

第20回
極域における電離圏磁気圏
総合観測シンポジウム
プログラム

The Twentieth Symposium
on Coordinated Observations of the Ionosphere
and the Magnetosphere in the Polar Regions

Programme and Abstracts

1996年11月19日(火)～11月20日(水)

November 19-20, 1996

国立極地研究所

National Institute of Polar Research
Tokyo, Japan

第20回

極域における電離圏磁気圏

総合観測シンポジウム

プログラム

1996年11月19日（火） 9時50分～16時45分

11月20日（水） 9時00分～16時30分

会場：国立極地研究所 管理棟6階講堂

主催：国 立 極 地 研 究 所

国立極地研究所
第20回極域における電離圏磁気圏総合観測シンポジウム

11月19日 (火)

挨拶 平澤威男 国立極地研究所長 (9:50 ~ 10:00)

中間圏・熱圏・電離圏 (10:00 ~ 11:45)

(座長 小川忠彦)

杉山卓也・深尾昌一郎 (京大・超高層) 藤井良一・小川忠彦 (名大 STE 研)
PMSE-96 (EISCAT, ALOMAR - SOUSY) 観測および南極での PMSE 観測について

川原琢也・小林啓二・北原 司・小林史利・斎藤保典・野村彰夫 (信州大・工) 中村卓司・津田敏隆
(京大・超高層) 阿保 真・長澤親生 (都立大・工)
ナトリウムライダーとMU レーダーで同時観測された大気波動

堤 雅基 (極地研) R. A. Vincent
南極 Davis 基地における MF レーダー観測

太田善久 (電通大) 丸山 隆 (通総研) 奥澤隆志 (電通大) 大高一弘 (通総研) 森岡 昭 (東北大・理) 加藤浩文 (北海道情報技術研)
電離圏全電子数観測における最適基準高度の決定と TID の検出

家森俊彦・竹田雅彦・亀井豊永・能勢正仁・斉藤昭則 (京大・理)
極域観測データ解析のための電離層等価電流算出表示システム

國武 学・丸山 隆・永山幹敏・大高一弘・石橋弘光 (通総研) 大家 寛 (東北大) 加藤浩文 (北海道情報技術研)
改良された MTSVD 法による電離圏トモグラフィー

恩田邦蔵 (東京理科大) 宮岡 宏 (極地研) 市川行和 (宇宙研) 江尻全機 (極地研)
Auroral photoemission rate of the first negative band system of N_2^+ at λ 427.8nm observed by the sounding rocket and its simulation using measured electron differential number flux. II

実験・シュミレーション (11:45 ~ 12:45)

(座長 宮岡 宏)

本島邦行 (群馬大・工) 桜井治男 (群馬高専) 上崎省吾 (群馬大・工)
電離層下部における R.F ガウスパルス波の反射解析

山本 隆 (東大・理) 井上祥史 (愛知工大)
Quasi-steady Production of Region 1 and Region 2 Field-aligned Currents

三宅壮聡・大村善治・松本 紘 (京大・超高層)
オーロラ粒子加速領域における Double Layer 形成に関する計算機実験

南 繁行・鈴木 裕（大阪市大・工） 江尻全機（極地研）
室内実験によるオーロラ降下粒子軌道の可視化

//////////////// 昼食 //////////////////

SuperDARN, EISCATレーダー（13:30 ～ 15:30）

（座長 藤井良一）

佐藤夏雄・山岸久雄・行松 彰・渡辺正和（極地研） HF Radar Research Group in Japan and SuperDARN PI's
Deployment of Syowa and SuperDARN Radars

行松 彰・渡辺正和・山岸久雄・佐藤夏雄（極地研） Robin J.Barns（JHU/APL）
昭和基地におけるSuperDARN レーダー 2 基運用の為にレーダー制御ソフトウェアの開発

藤井良一（名大STE研）
EISCAT ESR / KST レーダーの現状と日本国内の実験 / データ解析状況

小川忠彦・西谷 望（名大 STE 研） M. Pinnock（BAS） 佐藤夏雄・山岸久雄・行松 彰（極地研）
Polar Patch と Aurora Blob 運動の南極 HF レーダー観測

渡辺正和・行松 彰・山岸久雄・佐藤夏雄（極地研） Raymond A. Greenwald（The Johns Hopking Univ.）
Jean-Paul Villain（Laboratoire de Physique et Chimie de l'Environnement）
プラズマシート境界層付近に現われる低緯度向き高速プラズマ流 ---- 夜側の「スロート」

菊池 崇（通総研） D. S. Evans（NOAA/Space Environment Center） K. Schlegel（Max-Planck Institut fur
Aeronomie） H. Lühr（GeoForschungsZentrum）
E-region ionization over the EISCAT due to partial ring current protons during a substorm

菊池 崇（通総研） 渡辺正和・行松 彰・山岸久雄・佐藤夏雄（極地研） H. Lühr
（GeoForschungsZentrum）
A polar electric field associated with a substorm observed with the HF radar and the IMAGE magnetometer
chain

五十嵐喜良・大高一弘・國武 学・菊池 崇（通総研）
Preliminary results with the scanning twin array beam VHF auroral radar at Syowa Station (STARS)

ボーラーカスプ / キャップ（15:45 ～ 16:45）

（座長 小原隆博）

小原隆博・向井利典（宇宙研） 福井 桂（ボストンカレッジ）
ボーラーキャップアークとパッチの共存について

巻田和男（拓殖大） 菊池雅行・佐藤夏雄・鮎川 勝（極地研） 王 幸・楊 惠根・劉 端源（中国極
地研）
中山基地で観測されたカスプ／クレフト域のオーロラ現象

西野正徳 (名大 STE 研) 太田久智 (三菱電機) 山岸久雄 (極地研) P. Stauning (デンマーク気象研)
J. A. Holtet (オスロ大) T. Hansen (トロムソ大)

地磁気擾乱にともなうカस्प / クレフト域における電離層吸収現象

江尻全機・岡野章一・岡田雅樹・田口 真 (極地研) 竹下 秀 (東海大)

All sky imager observation of aurora and airglow at South Pole: System design and the initial test results

////////// 懇親会 //////////

11月20日 (水)

オーロラ (9:00 ~ 10:15)

(座長 巻田和男)

楊 惠根・劉 端源 (中国極地研) 佐藤夏雄 (極地研)

Intensity correction in projection of all-sky aurora image onto geomagnetic coordinates

麻生武彦・浦島 智・藤田淳文 (京大・工) 江尻全機・宮岡 宏 (極地研) Ake Steen・

Urban Brandstrom・Bjorn Gustavsson (スウェーデン・スペース物理研究所)

ALIS-JAPAN オーロラトモグラフィ画像の再構成解析

宮岡 宏・岡田雅樹 (極地研) 巻田和男 (拓殖大) 佐藤夏雄・江尻全機 (極地研)

フリッカーリングオーロラの高解像度撮像観測

瀧澤博和・森岡 昭・三澤浩昭・高橋幸弘 (東北大・理) 宮岡 宏・佐藤夏雄 (極地研)

pulsating オーロラに伴う LF 波動

岡田興太・坂 翁介・渡辺 修 (九大・理)

Pi2 and Auroral breakup

電磁波動 (10:30 ~ 12:00)

(座長 湯元清文)

湯元清文・立原裕司・田中良昌・篠原 学・北村泰一 (九大・理) 塩川和夫 (名大 STE 研) R. J.

Morris (オーストラリア南極庁) J. V. Olson・赤祖父俊一 (アラスカ大学) 210度地磁気観測グループ

極域変動電場の赤道域への侵入について - 210 度地磁気観測の成果 -

能勢正仁・家森俊彦 (京大・理) 行松 彰 (極地研) 杉浦正久 (東海大開発技術研) J. A. Slavin

(NASA/GSFC)

Particle acceleration mechanisms deduced from CNA pulsations associated with Pc5 pulsations

小野 康・上田裕子・島倉 信 (千葉大・工)

Gauss 型粒子を用いた VLF 放射の計算機シミュレーション

島倉 信・鎗木貴憲 (千葉大・工) 佐藤夏雄 (極地研) Andy J. Smith (BAS)

Wave Energy Distribution of ELF Hiss Emissions in Wavenumber Space

鎗木貴憲・島倉 信 (千葉大・工) Andy J. Smith (BAS)

ELF ヒスの波動エネルギー分布動態

鎗木貴憲・上田裕子・島倉 信 (千葉大・工)

WDF 解析結果の検索・抽出システム

//////////////////// 昼食 //////////////////////

太陽風・磁気圏 (13:00 ~ 15:00)

(座長 門倉 昭)

渡辺茂昭・佐川永一・巖本 巖 (通総研) B. A. Whalen・A. W. Yau (Canada NRC H. I. A.) 向井典利・早川 基 (宇宙研)

太陽風熱的イオン (He^{++}) の入口と対流

海老原祐輔・宮岡 宏・江尻全機 (極地研)

The enhancements of directional differential energy flux of energetic ions associated with a storm: comparison of observational results by Explorer 45 with particle simulations

長妻 努 (通総研・平磯) 福西 浩 (東北大・理) 早川 基・向井典利 (宇宙研)

あけぼの衛星で観測された内部プラズマシート領域での大振幅電磁場変動

門倉 昭・江尻全機 (極地研) 小口 高

Ionospheric closure of the substorm current wedge system deduced from the observation with the visible auroral imager aboard AKEBONO

横山信博・上出洋介 (名大 STE 研)

磁気嵐の統計的性質

渡辺 堯 (茨城大・理)

太陽活動11年周期と南極オゾンとの関係

恩藤忠典 (宇宙地球環境研)

太陽風パラメータの地磁気活動への効果

斎藤尚生 (東北大) 森 洋介・安江正治 (宮城教育大) 沼澤茂美 (日本プラネタリラボ)

彗星衛星から推定される彗星・地球・および太陽磁気圏の構造とダイナミクス

共役性 (15:15 ~ 16:30)

(座長 菊池 崇)

村山泰啓・石井 守・森 弘隆・貝沼昭司・五十嵐喜良 (通総研) 山岸久雄 (極地研) 西野正徳 (名大 STE 研) H. C. Stenbaek-Nielsen・T. Hallinan (GI, UAF.)

Conjugate Auroral Observation with the Imaging Riometer and All Sky Camera at Poker Flat, Alaska

西谷 望・小川忠彦 (名大 STE 研) 佐藤夏雄・山岸久雄・行松 彰・渡辺正和 (極地研)
南北両半球の HF レーダーにより観測された大規模フローバースト

藤田裕一・山岸久雄・佐藤夏雄 (極地研)
共役イメージングリオメータで観測されたディフューズ CNA ドリフト現象の特性

橋本久美子 (九大理) 佐藤夏雄 (極地研)
ディスクリートオーロラの共役性

佐藤夏雄 (極地研) 諸岡倫子 (宇宙研) 港屋浩一 (電通大)
共役点観測による脈動オーロラ発生機構の手掛かり

第20回
極域における電離圏磁気圏総合観測シンポジウム
講演要旨（口頭発表）

The Twentieth Symposium
on Coordinated Observations of the Ionosphere
and the Magnetosphere in the Polar Regions

Abstracts
(Oral Presentation)

1996年11月19日(火)～11月20日(水)
November 19-20, 1996

国立極地研究所

National Institute of Polar Research
Tokyo, Japan

PMSE-96 (EISCAT, ALOMAR - SOUSY) 観測

および 南極での PMSE 観測について

°杉山卓也[†]、深尾昌一郎[†]、藤井良一[‡]、小川忠彦[‡]

([†]京大・超高層、[‡]名大・太陽地球環境研)

PMSE observations (EISCAT/ALOMAR - SOUSY) and a possible observation of PMSE in the Antarctic

T. Sugiyama[†], S. Fukao[†], R. Fujii[‡], T. Ogawa[‡]

([†]RASC, Kyoto University, [‡]STEL, Nagoya University)

We give a first report of observations for polar mesospheric summer echos held on 22 - 26 July 1996 (PMSE96) with EISCAT and ALOMAR - SOUSY facilities at Tromso and Andoya, Norway. This campaign is cooperated by research groups of EISCAT, Germany, Taiwan and Japan. Also we discuss a probable detection of PMSE in the Antarctic with a VHF radar array consist of ~100 Yagi antennas.

夜光雲 (NoctiLucent Cloud) を多方面から観測する国際共同プロジェクトであった NLC-91 以来、夏極中間圏エコー (PMSE) 観測はライダーによる光学観測と同時に毎年継続的に行われている。本年度より EISCAT の構成メンバーとなった日本も、PMSE 観測プロジェクトに参加することになった。PMSE-96 の主要な目的は以下の 3 つである。1) EISCAT VHF radar observation. 2) Dynasonde 観測 (5-8MHz). 3) ALOMAR-SOUSY の長期的データで PMSE の周期発生を調べる。1) のデータ解析は Pan et al., (台湾)、2) は Reitveld et al. (Max Planck)、3) は日本が担当する。EISCAT での 1996 年 6 月 22 - 26 日の全 24 時間の観測のうち、日本の分担は 6 時間である。

1980-1984 年にわたるアラスカ・ボーカークフラットの PMSE データでは、5.5 日の周期性が見出された¹。ALOMER - SOUSY 観測は 94 年以来夏中継続して行われている。このうち 94 年データ (ECHO-94) では²、PMSE 強度の periodical gaps が報告されている³。PMSE の周期発生は、PMSE と時・所を同じくして発生する夜光雲の発生が周期的であることを予想させる。

現地観測に先だって、夜光雲発生頻度の文献を調べたところ、アマチュア観測を総合した解析により 5 日周期成分の存在が既に報告されていることがわかった (図)。

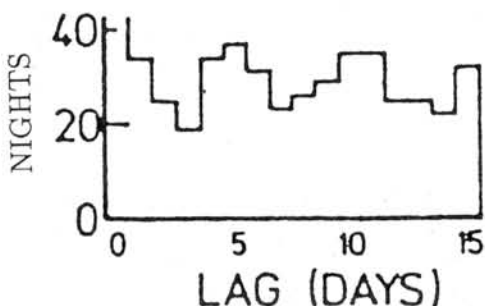


Figure 1. Auto-correlation of bright noctilucent cloud occurrence⁴.

夜光雲の地上からの観測は下層大気雲に邪魔されるのに対して、PMSE は継続的に監視できるから長期的観測にきわめて適している。

北半球での PMSE 観測はヨーロッパ諸国がすでに充実した共同観測態勢をしいている、といえる。これに対して南半球の PMSE 観測は、貧弱な装置による 1 例しかない⁵。南半球 PMSE は北にくらべて数段強度が低い、これを北よりも数段貧弱な装置で見出そうとするのは虫がよすぎた、ということがわかっている。より本格的なレーダー施設の設置が望まれる。

¹Sugiyama et al., *GRL*, 23, p653, 1996. ²Bremer et al., *GRL*, 23, p1075, 1996. ³Hoffman et al., 12th ESA Symp., p73, 1995. ⁴Gadsden, *Ann. Geophys.*, 3, p119, 1985. ⁵Balsley et al., *JGR*, 100, p11685, 1995.

ナトリウムライダーとMUレーダーで

同時観測された大気波動

○¹⁾川原琢也、¹⁾小林啓二、¹⁾北原 司、¹⁾小林史利、¹⁾斎藤保典、
¹⁾野村彰夫、²⁾中村卓司、²⁾津田敏隆、³⁾阿保 真、³⁾長澤親生
¹⁾信州大・工 ²⁾京大・超高層 ³⁾都立大・工

Simultaneously Observed Atmospheric Wave by Sodium Lidars and the MU radar

○¹⁾T.D.Kawahara, ¹⁾K.Kobayashi, ¹⁾T.Kitahara, ¹⁾F.Kobayashi,
¹⁾Y.Saito, ¹⁾A.Nomura, ²⁾T.Nakamura, ²⁾T.Tsuda,
³⁾M.Abo, ³⁾C.Nagasawa

¹⁾ Faculty of Engineering, Shinshu University

²⁾ RASC, Kyoto University

³⁾ Faculty of Engineering, Tokyo Metropolitan University

Simultaneous observation of atmospheric waves has been carried out at Shigaraki with a sodium lidar and MU radar, collaborated with Tokyo Metropolitan University using another sodium lidar in Hachioji. From the analysis of each data of Dec. 27 in 1995, the observed phase velocity and the vertical wavelength of the wave were found to be $\sim 1\text{km/hour}$ and $\sim 10\text{km}$, respectively. The results agree with the temporal wind velocity variation observed by the MU radar. This suggests that the same wave was observed with the three systems at the different sites.

信州大学では、昨年（平成7年）9月に信州大学のナトリウムライダーシステムを滋賀県信楽町にあるMU観測施設に搬入設置し、MUレーダーとの同時観測を行ってきた。信楽での観測期間にあわせて、約300km離れた東京都立大学でもナトリウムライダー観測を行い、水平方向の波動の伝搬過程を明らかにしようとしている。同時観測は月1回1週間程度のMUレーダーの流星観測モードに合わせて、昨年（1995年）11月から開始した。昨年11-12月の観測期間に信楽のライダーでは4夜の観測データが得られ、そのうちMUレーダーと都立大ライダーを含めた3観測器の同時観測データは2晩得られ12月27日の観測について解析が進んでいる。

12月27日の信楽と八王子双方のライダー観測の結果から、深夜0時から朝方にかけて鉛直下方に位相速度約1km/時、波長10数kmの大気波動が観測された。一方、MUレーダーが観測した東西、南北風のデータからは同時帯の風速の変化が約1km/時で下方に移動してくる傾向が見られ、ライダー観測と良い一致が見られる。これらの結果から、2地点3観測器で同一波動による大気の擾乱を観測していたと考えられる。ところが、MUレーダーの東西風と南北風の高度プロファイル解析から求めることができる波動の伝搬方向は南南西(azimuthal angle 166.3°)であることがわかった。もし波面が伝搬方向に直交すると仮定すると、信楽(34.9°N , 136.1°E)と八王子(35.6°N , 139.4°E)で波動の到達時間が異なるはずで、観測結果に矛盾が生じる。本発表では、これらに関してより詳細に解析し考察した結果を示す。

南極 Davis 基地における MF レーダー観測

堤 雅基 (極地研)、R.A.Vincent (豪・アデレード大学)

MF radar observations at Davis station, Antarctica

M. Tsutsumi (NIPR), R. A. Vincent (Adelaide Univ., Australia)

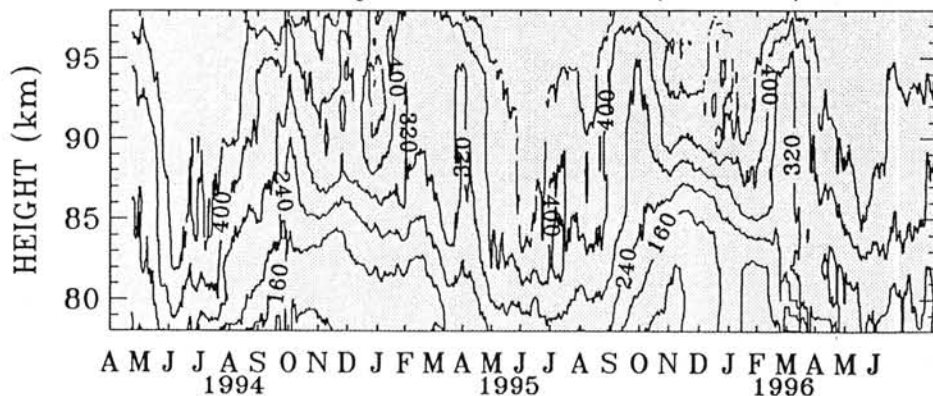
We studied the behaviour of Antarctic upper middle atmosphere using an MF radar at Davis station (68.4S, 77.6E). So far MF radars in Antarctica have been used mainly for the study of relatively long period atmospheric phenomena because of the low transmitting power and sensitivity of the radars. The MF radar at Davis is characterized by its higher transmitting power and capability of continuous operation with the high time-height resolution of 2min-4km, which enables us to study short period gravity waves as well as mean winds, atmospheric tides and planetary waves.

オーストラリア DAVIS 基地では 1994 年 4 月より MF レーダーの連続観測が行なわれている。MF レーダーは高度 60-100km の風速観測が可能で、1970 年代より jte ニュージーランド SCOTT 基地、オーストラリア MAWSON 基地で観測が行なわれていた。しかし従来は送信出力が比較的小さかった関係から長周期の大気現象がおもな観測対象となっていた。DAVIS 基地 MF レーダーはその高送信出力を生かした最高 2 分の時間分解能観測が可能であり、これまでは観測の困難であった南極域上部中層大気中の大気重力波の観測が行なえるのが特徴である。今回は 1994 年 4 月から 1996 年 8 月までのデータを用い、主に重力波の解析結果について報告する。

周期 2-8 時間の重力波について以下の特徴が見つかった。

- 周期 2-8 時間の重力波の持つエネルギーの総量は、観測下部高度では冬期に最大となる一年変動を、高高度では冬期と夏期の 2 度最大となる半年周期変動を示す (Fig.1)。この季節変動には周期依存性があり、
- 周期 4 時間以下の波動のエネルギーは観測高度領域内すべてで冬期に極大を持つ一年周期変動を示す。
- 一方、周期 4 時間以上の波動のエネルギーは高度 90km 以下では冬期に最大となる一年周期変動を示すが、より高高度では夏期と冬期の 2 回極大を持つ半年変動が見られる。
- 鉛直・水平風を用いて求めた、重力波 (周期 2-8 時間) による東西風加速は一年を通して東向きであり、平均風の反転に必要とされる西向き加速には、より短周期の重力波あるいは大気潮汐波、プラネタリー波が関わっていることが示唆される。

30 day mean U^2+V^2 (2-8hr)



電離圏全電子数観測における最適基準高度の決定と TID の検出

°太田 善久¹, 丸山 隆², 奥澤 隆志¹, 大高一弘², 森岡 昭³, 加藤 浩文⁴

¹電通大, ²通総研, ³東北大理, ⁴HIIT

Determination of the mean ionospheric height in the observation of total electron content, and detection of TID

°Yoshihisa OHTA¹, Takashi MARUYAMA², Takashi OKUZAWA¹,
Kazuhiro OHTAKA², Akira MORIOKA³ and Hirofumi KATO⁴

¹Univ. Electro-Comm., ²Comm. Res. Lab., ³Tohoku Univ., ⁴HIIT

An unknown integral constant must be determined for calculating relative TEC (Total Electron Content) from the differential Doppler frequency measurements at the ground by receiving two coherent signals (149.988 MHz, 399.968 MHz) transmitted from the NNSS (Navy Navigation Satellite System) satellites. When we use "two-station method"[1] which matches the equivalent vertical TECs from two stations by least squares minimization, the integral constant to be determined depends greatly on the assumed mean ionospheric height. It is exemplified in this paper that if we applied this method to the data set from three stations, Kokubunji, Sendai and Ebetsu, the mean ionospheric height can be uniquely determined. Then, obtained TID signatures are briefly discussed.

電離圏全電子数 (TEC) の測定法の一つに差分ドップラー法がある。この測定法では衛星から送信される 2 周波のピーコン電波のドップラー周波数偏移を測定することにより TEC の時間変化率を求めることができるが、未知の積分定数を決定しなければ TEC そのものを評価することはできない。この積分定数の推定法に 2 点観測法 [1] があり、この方法により求められる積分定数は仮定した基準高度に依存する。そこで、基準高度を正しく選択することが重要であるにもかかわらず最適基準高度を客観的に決定する方法は今までに確立されていない。本研究では 3 観測局のデータセットに対して 3 通りの組み合わせに 2 点観測法を適用し最適基準高度を決定することを当面の目的とし、さらに、この手法を用いて TID を検出する。

1994 年 5 月 4 日 1 時 45 分 (JST) 頃に国分寺 (35.7°N, 139.5°E)、仙台 (38.3°N, 140.9°E)、江別 (43.1°N, 141.6°E) の 3 局において観測された NNSS (Navy Navigation Satellite System) 衛星 (高度約 1100 km, 軌道周期約 110 分) から送信される 2 周波 (149.988 MHz, 399.968 MHz) のピーコン電波のドップラー周波数偏移のデータセットについて、国分寺-仙台、国分寺-江別、仙台-江別の 3 通りの組み合わせに 2 点観測法を適用した。基準高度を逐次変化させた場合の積分定数の変化を Fig.1 に示す。Fig.1 から明らかのように、ある特定の基準高度 (この場合約 390 km) のときに各観測局での積分定数が一意的に決定できる。

また、これによって求められた国分寺、仙台、江別の地理緯度に対する TEC_V (TEC の鉛直方向への換算値) の変化を Fig.2 (上の曲線)、約 30 分後のデータセットについてのそれを Fig.2 (下の曲線) で示す。Fig.2 より緯度 45°N 付近で国分寺と仙台で観測された TEC_V はほぼ一致するが江別で観測された TEC_V が大きく異なる値を示していることより、地磁気の磁力線沿いに電子密度の濃淡が存在すると思われる。さらに、Fig.2 の上下の曲線を比較すると、この電子密度の濃淡が南に移動していることがわかる。すなわち、TID (移動性電離圏擾乱) が検出されたとみなされる。

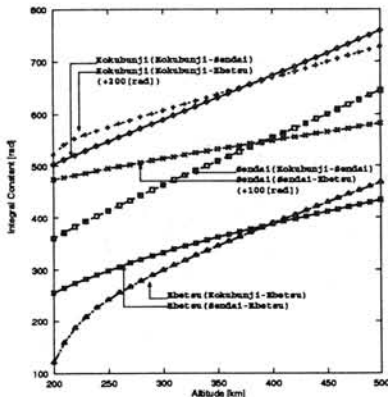


Fig.1. Optimum values of integral constant vs altitude.

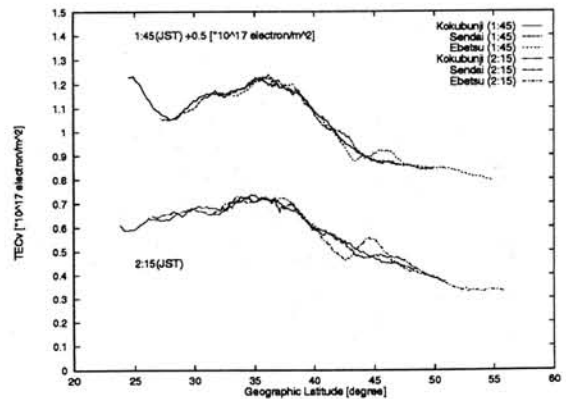


Fig.2. Latitudinal distribution of TEC_V .

参考文献 [1] Leitinger, R., G. Schmidt and A. Tauriainen, *J. Geophys.*, 41, 201, 1975

極域観測データ解析のための電離層等価電流算出 表示システム

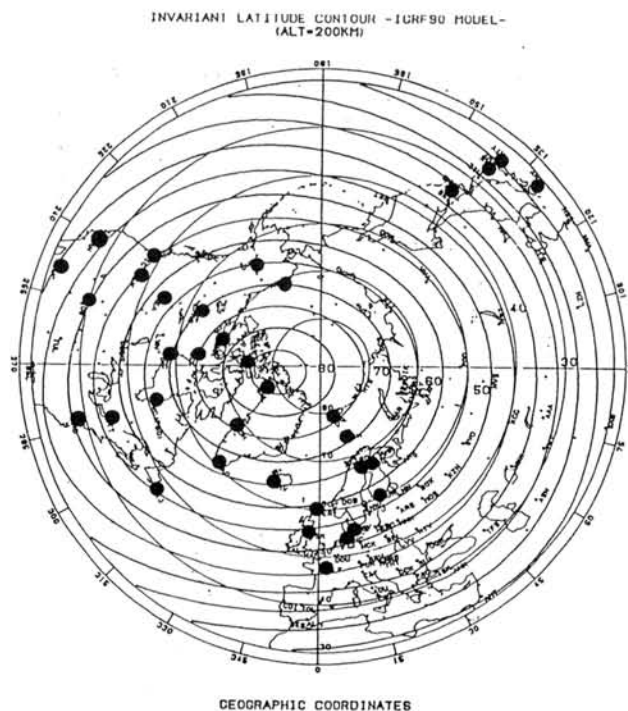
家森俊彦・竹田雅彦・亀井豊永・能勢正仁・斉藤昭則
(京都大学理学部)

Derivation and Display of Ionospheric Equivalent Current System in the Polar region

T. Iyemori, M. Takeda, T. Kamei, M. Nose and A. Saito
(Faculty of Science, Kyoto University)

We plan to derive the equivalent current system in the polar region every one minute. The method, data coverage and limitations are discussed.

地上磁場観測データから電離層等価電流系を描くことは非常に古くから行われ、超高層物理学の分野で広く用いられてきた。等価電流の限界は当初から認識され、その解釈には十分注意を払う必要のあることは明らかであるが、観測・研究の進歩により、新たな利用方法が可能であると思われる。特に、極域でのレーダー観測データや人工衛星による電磁場観測データと組み合わせることにより、極域のグローバルな電磁氣的構造およびダイナミクスの研究に役立つと期待される。講演では、今年度中に予定している1分毎の等価電流算出と表示システムの構築について説明する。図は、現時点で利用可能な1994年の地磁気1分値観測データの分布を示す。



改良されたMTSVD法による電離圏トモグラフィー

° 國武 学、丸山 隆、永山 幹敏、大高 一弘、石橋 弘光 (通信総合研究所)
大家 寛 (東北大学)、加藤 浩文 (北海道情報技術研究所)

Ionospheric tomography by using improved MTSVD method

° M. Kunitake, T. Maruyama, M. Nagayama, K. Ohtaka, H. Ishibashi (Communications Research Laboratory)
H. Oya (Tohoku University), H. Kato (Hokkaido Information Institute of Technology)

Modified Truncated Singular Value Decomposition (MTSVD) method, which is an effective inversion method in the tomographic reconstruction of electron density distributions in the ionosphere, was further improved. The improved method is capable of estimating density distributions even in the case that the total number of unknowns is much larger than the total number of observations. (Incorporation of *a priori* information is essential.) The improved method increases the spatial resolution of the reconstruction and reduces the discretization errors. In order to obtain better reconstruction, bottomside sounding data are incorporated into the inversion as *a priori* information.

トモグラフィー手法は、多方向から計測された断面の射影(積分量)から、断面の像を再構成する手法である。人工衛星ビーコン電波を用いた(地上多点における)全電子数観測値に対して、トモグラフィー手法を応用し、逆変換の計算を行い、電子密度の水平・垂直分布を推定するのが、電離圏トモグラフィーである。(Fig. 1に概念図 [Kunitake 1996] を示す。注: 実際の日本国内での観測では、受信点4点、緯度範囲10度。) 分割された小長方形をピクセル、衛星と受信点を結ぶ直線をレイパスと呼ぶ。

電離圏トモグラフィーの場合、制約条件(水平のレイパスが無い、受信点の数が少ない、等)があり、逆変換が容易でない。いわゆる、悪条件逆問題 (ill-posed inversion problem) となる。一般に、悪条件逆問題に関しては、正則化が威力を発揮する。正則化を取り込んだ逆変換計算の一方法である Modified Truncated Singular Value Decomposition法 (MTSVD法) [Hansen et al. 1992] を、我々は、電離圏トモグラフィーに応用した [Kunitake et al. 1995] (ここでは、これを旧MTSVD法と呼ぶことにする)。この逆変換計算法をさらに改良し(これを改良MTSVD法と呼ぶことにする)、より良い推定ができるようになった。

旧MTSVD法では、推定すべき未知数(ピクセル)の総数 N が観測データの総数 M (レイパス数)を越えることができなかった($N \leq M$)。Kunitake et al. [1995]の例では、観測データの総数215、ピクセルの総数200(水平20×垂直10)であり、推定すべき分布の空間分解能が低かった。また、離散化誤差が大きいことが、推定に悪影響を与える要因となっていた。

改良MTSVD法では、ピクセル総数 N がレイパス数 M を上まわる場合でも、計算を可能にした($N > M$)。なお、未知数が観測数より多くても解が推定できるのは、先験的情報を用いているからである。先験的情報としては、解が滑らかであること、上端・下端の境界値をゼロとすること等がある。さらに推定領域の北端、南端にそれぞれ位置する稚内、国分寺のイオノゾンデによる電離層垂直観測値を逆変換計算に絡り込む工夫を加えた。

本報告では、シミュレーションのみならず、実際の観測値に対して、改良MTSVD法を用いて推定を行った結果について発表する。

なお、南極においては、英国が、電離圏トモグラフィーのための観測を開始し、全電子数観測値に対して逆変換計算を行い電子密度分布を推定している。今後、AGOに受信機の設置が可能となるならば、異なる子午面での電子密度の緯度・高度分布が求められることが期待される。

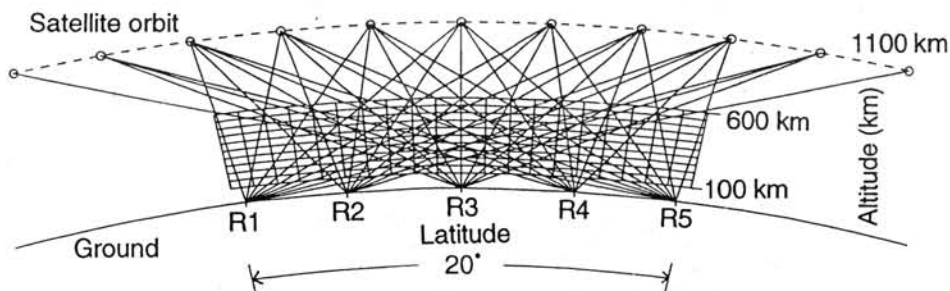


Fig. 1 Geometry of ionospheric tomography [Kunitake 1996]

References

- P. C. Hansen, T. Sekii and H. Shibahashi: SIAM J. Sci. Stat. Comput., **13**, 1142(1992).
- M. Kunitake, K. Ohtaka, T. Maruyama, M. Tokumaru, A. Morioka and S. Watanabe: Ann. Geophys., **13**, 1303(1995).
- M. Kunitake: J. Plasma and Fusion Res., **72**, 38(1996).

Auroral photoemission rate of the first negative band system of N_2^+ at $\lambda 427.8\text{nm}$ observed by the sounding rocket and its simulation using measured electron differential number flux. II.

°Kunizo Onda (Sci. Uni. of Tokyo), Hiroshi Miyaoka (NIPR),
Yukikazu Itikawa (ISAS), and Masaki Ejiri (NIPR)

Electron auroras observed by the sounding rocket S-310JA-8 are theoretically investigated by using the Monte Carlo method. The MSIS-86 model is employed to represent the atmospheric number density and temperature corresponding to the aurora observed at Syowa Station in Antarctica of the invariant latitude 66.14°S and the geomagnetic longitude 70.98° on April 4, 1984. Only N_2 , O and O_2 are taken into account as components of the atmosphere. Electrons are injected downward into the upper atmosphere at the altitude of 200 km, at which a downward electron differential number flux was measured. An initial electron energy E_0 is considered in the range of 16 eV to 18 keV. It is assumed that an initial pitch angle is uniformly distributed in the range of $[0, \pi/2]$. Production and emission at $\lambda 427.8\text{ nm}$ rates of the first negative band system of nitrogen molecular ions N_2^+ ($B^2\Sigma_u^+$) are calculated as a function of altitude, the initial pitch angle, and the initial electron energy. Time variation of the observed absolute intensity of this line is reasonably well reproduced by the Monte Carlo method combined with the measured electron number flux. The difference in the absolute intensities obtained by experiment and theory is 5 % at the time $X + 216\text{ s}$. This confirms that the Monte Carlo method is applicable to simulate collision processes and the resulting production and emission rates in electron auroras. Some representative results of emission rates are also presented for oxygen green and red lines.

We will present and discuss our numerical results at the meeting.

- (1) M. Ejiri, Results of sounding rocket experiments at Syowa Station, Antarctica, 1984. Upper Atmosphere Physics Division, National Institute of Polar Research, Japan, November 14, 1988.
- (2) K. Onda, M. Hayashi, and K. Takayanagi, ISAS Report No. 645, 1 (1992).
- (3) A. E. Hedin, J. Geophys. Res., **92**, 4649 (1987).
- (4) Y. Itikawa, M. Hayashi, A. Ichimura, K. Onda, K. Sakimoto, K. Takayanagi, M. Nakamura, H. Nishimura, and T. Takayanagi, J. Phys. Chem. Ref. Data **15**, 985 (1986);
Y. Itikawa, A. Ichimura, K. Onda, K. Sakimoto, K. Takayanagi, Y. Hatano, M. Hayashi, H. Nishimura, and S. Tsurubuchi, *ibid.* **18**, 23 (1989); Y. Itikawa and A. Ichimura, *ibid.* **19**, 637 (1990).

電離層下部における R.F ガウスパルス波の反射解析

○本島 邦行（群馬大学）、桜井 治男（群馬高専）、上崎 省吾（群馬大学）

Reflection of the electromagnetic R.F Gaussian Pulse by Ionosphere

Kuniyuki Motojima⁺, Haruo Sakurai⁺⁺, Shogo Kozaki⁺

⁺Faculty of Engineering, Gunma University, ⁺⁺Gunma College of Technology

Abstract The ionosphere has cut-off frequency in HF band, and it's electron density varies correspondingly at the altitude. It is frequency-dispersive inhomogeneous media. It is important to calculate the distortion of signal propagating through the ionosphere. This report is concerned with the frequency-modulated R.F Gaussian Pulse reflected from ionized inhomogeneous media, and the distortion of it near the reflection points. In order to verify the exact solution, whose numerical results are compared with the results by FDTD method.

電離層は遮断周波数を持つ分散性媒質であり、また高度により電子密度が変化する不均質媒質でもある。そこで、高度と共に電子密度が増加する電離層下部を、直線的に電子密度が増加する周波数分散性不均質媒質としてモデル化し(Fig. 1)、下方から R.F ガウスパルス波が入射した場合の反射パルス波の解析を行なった。基本方程式として、Maxwell の方程式と Newton の運動方程式を用いると、反射パルス波は Bessel 関数を用いて次式で表せる。

$$E_x'(\vec{r}, t) = -\frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \hat{E}_x'(\omega) \left\{ \frac{J_{\frac{1}{2}}(k\omega^3) - J_{-\frac{1}{2}}(k\omega^3)}{J_{\frac{1}{2}}(k\omega^3) + J_{-\frac{1}{2}}(k\omega^3)} + j \left\{ \frac{J_{\frac{1}{2}}(k\omega^3) + J_{-\frac{1}{2}}(k\omega^3)}{J_{\frac{1}{2}}(k\omega^3) - J_{-\frac{1}{2}}(k\omega^3)} \right\} \right\} \cdot \exp \left[j\omega \left\{ t - \frac{1}{c} (y \sin \theta_i - z \cos \theta_i) \right\} \right] d\omega$$

そこで上に FFT を用いて数値積分を行ない、時間領域の反射波を求めた。そして R.F ガウスパルス波が、分散性不均質媒質中において全反射することによって生じる周波数変調を明らかにした。(Fig. 2)

また数値計算結果の検証の為に、有限差分時間領域 (FDTD) 法による解析結果と比較した。通常周波数分散性媒質の解析には、Frequency-Dependent FDTD (FD)²TD) 法が用いられるが、本報告では通常の差分式を拡張した差分式を導出し数値解析を行なった。その結果、両者はよく一致した。そして全反射点近傍における R.F ガウスパルス波の形状の変化を明らかにした。

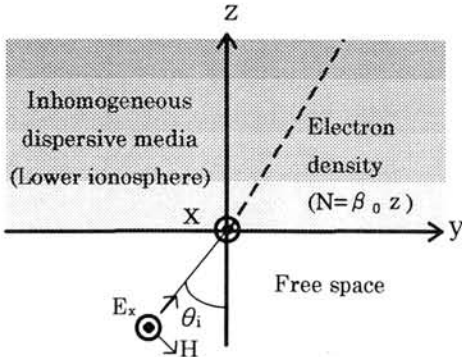


Fig. 1 Geometry of the problem

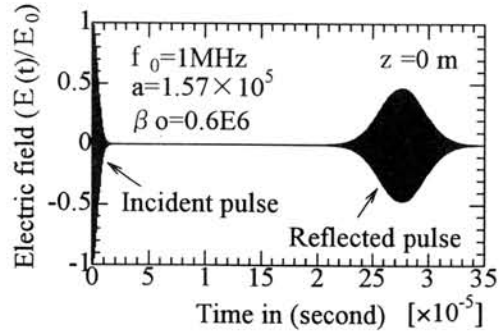


Fig. 2 Electric field in free space

Quasi-steady Production of Region 1 and Region 2 Field-aligned Currents

°T. Yamamoto (Department of Earth & Planetary Physics, University of Tokyo)

and S. Inoue (Aichi College of Technology)

On the hypothesis that the open-close boundary is distorted by the two-cell convection, we numerically study the processes for quasi-steady production of the hot plasma torus (HPT) in the magnetosphere and simultaneous generation of the region 1 and region 2 field-aligned currents (FACs). We consider the case in which the interplanetary magnetic field (IMF) B_z is negative so that the open/close boundary is clearly defined. Convection-distortion here is defined as follows: If the path of a magnetically drifting particle as well as the open/close boundary on the nightside (as projected to the ionospheric plane) are fitted to circles, the center of the open/close boundary circle is shifted to a latitude lower than that of the magnetic drift circle, by the effect of a two-cell convection. The distribution of the open/close boundary relative to the magnetic drift direction was first inferred from particle observations of the ISEE 1 satellite [Hruška, 1986], although he did not discuss the cause of the distortion.

There are three fundamental processes which are important for the HPT formation: 1. nonadiabatic acceleration of ions incident on the tail current sheet, 2. plasma escape, along the open field lines, to the interplanetary space, and 3. anomalous cross-field diffusion of plasma particles. Incorporating these processes our two-dimensional simulation shows that the HPT can be maintained as long as continual particle injection and energization take place. Renewal of particles in the HPT proceeds in the presence of the two-cell convection which is created by polarization of the HPT, i.e., generation of the region 1 and region 2 FACs. Due to the azimuthal pressure gradient appearing on the convection-distorted HPT, the region 1 and region 2 FACs are produced, roughly, in the region of $\partial N/\partial x < 0$ and $\partial N/\partial x > 0$, respectively, where N is the flux tube content of the HPT particles and x is the latitude. A “natural” latitudinal N -profile of the HPT with a single peak inside it can be maintained by the aid of both particle escape (in the open region) away from the Earth and anomalous cross-field diffusion.

オーロラ粒子加速領域における Double Layer 形成に関する計算機実験

° 三宅 壮聡 大村 善治 松本 紘
京都大学超高層電波研究センター

Computer Experiments of Generation Mechanism of Auroral Double Layers

° T. Miyake Y. Omura H. Matsumoto
Radio Atmospheric Science Center, Kyoto University.

We first present a brief review of the past studies of auroral double layers via computer experiments. Auroral double layers correspond spatial structures of potential drops, which are kind of BGK mode. Another kind of BGK mode waves has been observed in the Plasma Sheet Boundary Layer as Electrostatic Solitary Waves by GEOTAIL spacecraft. We have studied ESW via electrostatic particle code, then clarify that potential structures forming ESW are generated nonlinear evolution of the electron beam instabilities. We study similarities between auroral double layers and ESW, attempt to apply our analysing methods for ESW to auroral double layers. In addition, we will present the initial results of applying the electrostatic Vlasov code, which we are now developing, to this problem. In the electrostatic Vlasov code, the effect of the enhanced thermal fluctuation can be avoided. This is a very effective tool for analysing physical mechanism of such phenomena depending on the particle velocity distribution functions as this problem.

オーロラ粒子加速領域において観測される Double Layer を形成するポテンシャルドロップは BGK ポテンシャルの一種であると考えられている。一方、磁気圏尾部のプラズマシート境界層において観測される静電孤立波 (Electrostatic Solitary Waves) を形成する空間ポテンシャルも BGK ポテンシャルの一種であり、両者の構造は酷似している。京都大学超高層電波研究センターでは、これまで静電孤立波の形成メカニズムに関する計算機実験を行ってきており、その手法はオーロラ粒子加速領域における Double Layer の研究に応用できると考えている。

今回はまずオーロラ粒子加速領域における Double Layer に関する過去の研究の簡単なレビューを行い、Double Layer と静電孤立波の比較を行い、両者の形成メカニズムについて考察を加える。更に、現在開発中の静電ブラゾフコードを用いて、オーロラ粒子加速領域に見られる Double Layer 形成メカニズムの計算機実験を行い、その結果について粒子コードによる計算機実験との比較を中心に報告する。

室内実験によるオーロラ降下粒子軌道の可視化

南 繁行 (大阪市大・工), 鈴木 裕 (大阪市大・工) 江尻全機 (極地研)

Visualizations of the Trajectories of Auroral Particle Precipitation

S. Minami¹, Y. Suzuki¹, M. Ejiri²

¹ Dept. Electrical Eng., Osaka City University ² NIPR

Abstract: Laboratory magnetosphere formed as an interaction between a magnetic dipole and an intense plasma flow shows an evident existence of the luminous field line configurations connected to the auroral impact latitude. The location of the field line illumination corresponds to the anomalous region to be sensitive to a plasma injection. The meaning of the luminous field line related to the auroral oval formation will be discussed.

太陽風と磁気ダイポールの相互作用によって形成される, 地球型磁気圏のシミュレーション実験を行っている [たとえば, Minami and Takeya, 1985]. 本講演では, オーロラの降下粒子の軌道が, 実験的に可視化されることを示し, このような相互作用の条件では, 磁気圏尾部の特別な領域がオーロラ降下緯度 60-70 度に対応して, 常に存在することを述べる.

第1図は, 実験室で作られた, 磁気圏の子午面を撮った写真である. 今, 尾部において別のプラズマを発生させたとき, 第2図の斜線で示す領域において, きわめて大きな発光がみられた. その領域は, このようなプラズマの放出を行わなくても, 地球のオーロラオーバルの緯度に向けて, 常に磁力線に沿った発光が見られるところに対応している. 従って, このオーロラオーバルを形成するインパクト緯度に対応する磁力線の夜側の根は, 本質的に特別な意味を持っていることを示唆する. この可視化された磁力線の物理的な意味について検討する.

Reference: S. Minami and Y. Takeya, JGR, 90, 9503-9520, 1985.

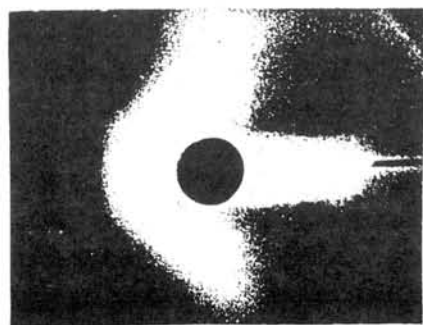


Fig. 1 A photograph of the laboratory magnetosphere showing the illumination of the auroral particle precipitation.

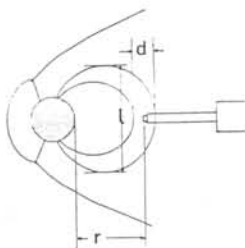
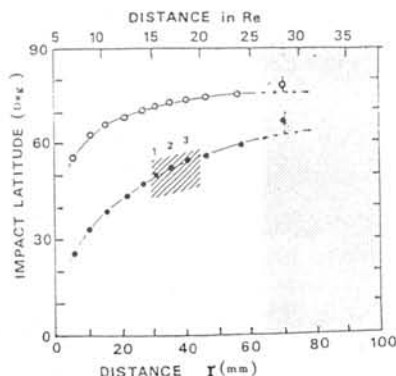


Fig. 2 The schematic configuration of the tail illumination (upp.) and the impact position vs. plasma injection points, r . (dot: experim), (circle: scaled)



Deployment of Syowa and SuperDARN Radars

N. Sato, H. Yamagishi, A. S. Yukimatu, and M. Watanabe(NIPR),
HF Radar Research Group in Japan and SuperDARN PIs

Syowa South HF radar has been installed in 1995, which forms part of SuperDARN (Super Dual Auroral Radar Network) chains of radars. NIPR is planning to install another HF radar system at Syowa Station (Syowa East radar) in coming austral summer. The Syowa South radar consists of cross beam with Halley radar (British base), which has been operating since 1988, and Sanae radar (South African base), which will be installed in coming austral summer. Using the three radars, we are planning to examine unique observations. For example, two of three radars operate with normal scan mode which covers wide field of view, and one of three radars scans with high time resolution at selected field of view. Using this unique observation, we are expecting that Flux Transfer Event, Pc 4-5 magnetic pulsations, onset of auroral substorm etc. should become more clear.

The field of view of Syowa East radar covers eastward side from that of Syowa South radar. The Syowa East radar may cross beams with a proposed French radar on Kerguelen Island. These five network radars in Antarctica between western most radar of Halley and eastern most radar of Kerguelen cover wide local magnetic local time of about 12 hours in polar cusp/cap regions. Further more, Australia is planning a radar located in Tasmania which will have a field of view in the Antarctic region. The resulting southern hemisphere chain has some unique features which give wide spatial advantage.

One of big advantage of Syowa East radar is that the field of view of the radar covers over ground-based stations of Zhongshan, Mawson, Davis and Casey Stations where comprehensive observations are going on or planning. The coordinated automatic observatories of AGOs(Automatic Geophysical Observatories) deployed in Antarctic inland by USA and UK are locating under the field of view of southern HF radar networks. Simultaneous observations between radars and these observatories are very important to study the global and micro structures of electrodynamics in the polar ionosphere and magnetosphere. For conjugate study of plasma convection, the SuperDARN radar chain is also very effective. Syowa, Sanae and Halley radars cover the conjugate field of view of Goose Bay and Iceland West radars. The field of views of Syowa East and Kerguelen radars also covers that of Iceland East and Finland radars.

昭和基地におけるSuperDARN レーダー 2基運用の為のレーダー制御ソフトウェア開発

行松 彰、渡辺 正和、山岸 久雄、佐藤 夏雄（極地研究所）、
Robin J. Barnes (JHU/APL)

SuperDARN 2 Radars Operation at Syowa - Development of Softwares for 2 Radars operation -

A. Sessai Yukimatu, M. Watanabe, H. Yamagishi, N. Sato (NIPR)
Rob Barnes (JHU/APL)

An HF radar observation started at Syowa Station last year (Syowa South radar), which is one of SuperDARN (Super Dual Auroral Radar Network). We have a plan to install and start to operate another SuperDARN radar system at Syowa Station in coming austral summer (Syowa East radar). To realize these two radars operated at one site, we have to overcome several possible problems. Some of these are related to Radar Operation Software (RADOPS). RADOPS/2000 has been developed to make it possible and also to add several new features to our radar operation. We'll discuss more about our development of Radar Control Programs for several special mode operations..

SuperDARNによるHFレーダー国際共同観測が本格的に移動を始め、現在までに、北半球6局、及び、昭和基地レーダーを含めた南極の2局のレーダーが観測を開始し、両極冠域をSuperDARNレーダー網で覆うべく着実に歩みを進めて来た。1997年には南極地域において更に2局のレーダー、即ち、南アによるサナエ基地レーダー、及び我々の昭和基地第2レーダーも運用を開始する予定である。

新たな2局はこれまでのハレーベイレーダー及び、昭和基地第1レーダーによるベクトル観測と密接な関係を持っており、サナエ基地レーダーは、昭和第1レーダー及びハレーベイレーダーの共通視野をその観測視野におさめ、3基が同じ視野を観測するという初めての試みであり、これまでのDual radarによる観測よりも一層多様な観測モードの試みが期待されている。更に、昭和第2レーダーは、昭和第1レーダーの観測視野を2倍に拡大する様な配位での設置となり、北半球レーダー群と同様、より広い local time zoneをカバーし、現在仏が計画中のKerguelenレーダーと対をなし、更には、オーストラリアが計画中のTigerレーダー対と併せて、午前、午後同時観測可能なレーダー観測網構築への布石とも考えられている。

更に、昭和第1、ハレーベイ、サナエのレーダーが、北半球のグースペイ、アイスランド・ウエストレダー対と地磁気共役な配位となるのと同様、昭和第2レーダーは、アイスランド・イースト、及びフィンランドレーダー対と共役の配位となる計画であり、視野中に中山基地上空やEiscatレーダー視野の共役点をも含む点でもこれらのレーダーや、他の観測計画との共同観測に期待が寄せられてもいる。

昭和第2レーダーの観測運用の開始は、1つの観測地点で2基のレーダーを同時に運用する初めての試みをも意味し、技術的な問題を幾つか克服することが要求される。そのひとつは2基レーダーの相互干渉を極力抑えることであり、また、ソフトウェア面での同期非同期、同一ネットワーク上での運用の問題点等の克服をも意味する。

本発表においては、特にソフトウェアの開発に関する諸点に重点をおいて発表する。2基運用実現の為にこれまでソフトウェアの発展的改良が行われて来ており、レーダー運用ソフトウェアであるRADOPS 自体の大幅な改良 (RADOPS/2000) が行われてきた。単に2基運用が可能になるだけでなく、これまでの様々な制約を打破すべく、レーダープログラムを自由に作ることが可能かつ容易になり、これまでのfitacfの手法による物理量の導出のみならず、これまでのレーダーprogramによる処理を同様にやり乍らもrealtimeであらゆる処理を行い得る可能性を最大限有効に利用可能な形態となっている。したがって、新しい観測モードの提言が内外に求められており、それこれに応じたレーダーコントロールプログラムの開発と将来の新しい観測モードの実現可能性についても更に詳しく議論する。

E I S C A T E S R / K S T レーダーの現状と 日本国内の実験／データ解析状況

藤井良一（名古屋大学太陽地球環境研究所）

Current Status on the EISCAT ESR/KST Radar Systems, the Schedules of Japanese Special Programme Experiments, and the Data Analyses of Common Programme Data

Ryoichi FUJII (Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University)

This paper briefly describes the current status on the EISCAT radars, particularly the development of the Svalbard radar (ESR) system, the schedules of Japanese Special Programme (SP) experiments in the 1996 fiscal year and the data archiving/analysis system set up at STEL.

日本は本年（1996年）4月から欧州非干渉散乱レーダー（E I S C A T）科学協会の第7番目の正式加盟国（他の加盟国は英、独、仏、ノルウェー、スウェーデン、フィンランド）となった。これに伴い、新たにスヴァールバルのロングイヤービンに建設されたESRレーダーと、1980年初頭から稼働しているスカンジナビア北部のISレーダー（KSTレーダーとVHFレーダー）や電離層加熱装置等を用いた日本独自の実験を実施できることになった。また、過去のものも含めすべてのコモンプログラムデータも使用することもできることになった。これらのレーダー施設を用いた実験とそこから得られるデータを用いることにより、熱圏、電離圏、磁気圏で生起している様々な物理・化学過程の詳細な観測を行うことができ、太陽風－磁気圏－電離圏－熱圏相互作用や熱圏とそれより下部の大気との結合過程の理解が飛躍的に深まると期待されている。本講演では、ESRレーダーの進捗状況、国内のE I S C A Tに関わる共同研究と本年度日本が予定しているスペシャルプログラム（SP）実験の概要について報告する。又、現在、名古屋大学STE研究所では、全E I S C A Tコモンデータを収集し、ネットワーク等を通して共同研究者に提供するべく準備を進め、一部のサービスは既に開始している。その現状についても紹介する。

Polar PatchとAurora Blob運動の南極HFレーダー観測

°小川忠彦*, 西谷 望*, M. Pinnock†, 佐藤夏雄‡, 山岸久雄‡, 行松 彰‡
(*名大STE研, †BAS/UK, ‡極地研)

Movement of Polar Patches and Auroral Blobs Revealed with Antarctic HF Radars

°T. Ogawa*, N. Nishitani*, M. Pinnock†, N. Sato‡, H. Yamagishi‡, and A. S. Yukimatsu‡
(*STE Lab., Nagoya Univ.; †BAS/UK; ‡NIPR)

Abstract. A case study of movement of polar patches and auroral blobs is presented using data from the Antarctic Syowa Station and Halley Bay HF radars. The radar echoes showing signatures of patches and/or blobs were detected with the two radars during the period from early evening to midnight hours on July 14, 1995. Using the full-beam Doppler velocity and echo power data from the radars, we examine two-dimensional, horizontal flows of the patches and/or blobs to find that the flows are nearly consistent with the Heppner and Maynard (1987) model convection.

IMFの変化に応じたカスプ付近でのpatchの生成過程はSuperDARN/PACEレーダーやISレーダー及びシミュレーションで既に研究されているが、patchがどのように極冠域を反太陽方向に移動し、オーロラ帯に輸送されてblobと化し、その後消滅あるいは太陽方向に移動するかについては、あまり関心が払われてこなかった。今発表では、昼過ぎから真夜中までの時間帯において、昭和基地とHalley BayのHFレーダーで同時に観測されたpolar patchとaurora blobに伴う広領域のレーダーエコーを解析し、これらの水平2次元面内の運動を調べた結果を報告する。

なお、今回報告するイベントは、前回のシンポジウムでは“中規模の伝搬性電離圏擾乱”ではないかと報告したが、その後、昭和基地のfull-beamデータやHalley Bayのfull-beamデータを併せて解析を進めた結果、この解釈は誤りであり、レーダーはpatchやblobに伴うirregularitiesを観測していたことが判明した。

1995年7月14日(Kp=1~3-)に昭和レーダーの磁

南を向いたビーム(No.15)で観測された視線方向のドップラー速度とエコー強度の距離・時間変化をFig. 1に示す。図の1300~2200 UT(=MLT)において、個々のpolar patchの運動に付随していると思われるエコー領域の帯が次々と磁南の方向から昭和基地に近づいたことが分かる。このことは、昼間のカスプ付近で生成されたpatchesが反太陽方向の対流に乗って極冠域内を通過し、昭和基地付近まで輸送されたことを示唆する。Full-beamデータを調べた結果、これらのエコー領域の動きとドップラー速度はHeppner and Maynard (1987)の対流モデルにほぼ合致することが分かった。

一方、オーロラ帯の太陽方向の対流領域を観測していたHalley Bayレーダーでは、同様のエコーパターンが1600~2400 UT(=MLT+2.5h)に観測された。このエコーはpolar patchesの極冠域内の輸送によるものではなく、西向き(太陽方向)に流れていたaurora blobsが何らかの原因で(IMFの時間変動?)赤道方向に移動させられたと理解できる。

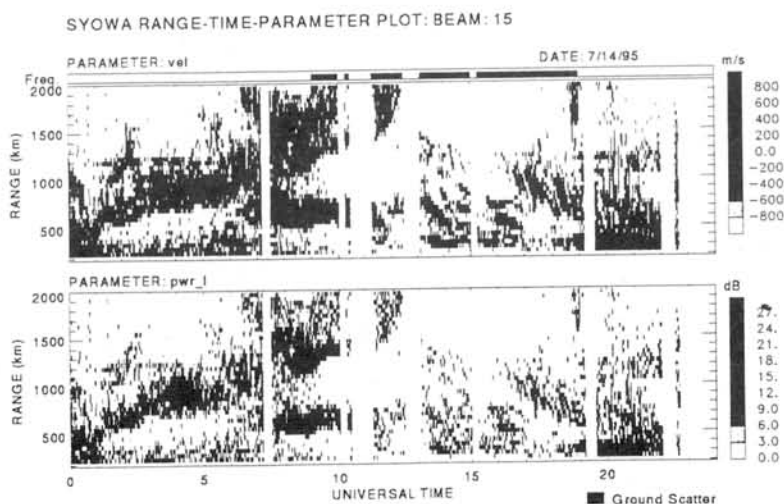


Fig. 1. Range-time plot of Doppler velocity and echo power observed by the Syowa Station HF radar on July 14, 1995.

プラズマシート境界層付近に現われる 低緯度向き高速プラズマ流-----夜側の「スロート」

○渡辺正和、雪祭行松彰、山岸久雄、佐藤夏雄（国立極地研究所）

Greenwald, Raymond A. (The Johns Hopkins University)

Villain, Jean-Paul (Laboratoire de Physique et Chimie de l'Environnement)

Equatorward plasma flow burst near the plasma sheet boundary layer ----- Nightside "throat"

Masakazu Watanabe, Akira Sessai Yukimatsu, Hisao Yamagishi, and Natsuo Sato

(National Institute of Polar Research)

Raymond A. Greenwald (The Johns Hopkins University)

Jean-Paul Villain (Laboratoire de Physique et Chimie de l'Environnement)

The motivation of this paper is to clarify the structure of nightside "throat," where magnetic field lines conveyed from the dayside become closed again. Using Super DARN (Dual Auroral Radar Network) and DMSP particle data, we have investigated the equatorward flow burst (enhancement) events on the nightside ionosphere that is suggestive of ionospheric signatures of magnetotail reconnection. Here, we focus on the flow burst events that occur prior to the substorm expansion phase onset (includes pseudo-onset). General morphology determined from preliminary analysis is as follows. The flow burst (> 750 m/s) appears 15-20 minutes before the onset and its location moves equatorward with time. A several minutes before or just around the onset, the equatorward movement of the flow burst stops and the flow burst itself disappears. On the basis of these facts, we will discuss magnetic flux balance of the loading phase of substorms.

昼間側において、磁力線再結合により磁力線が閉領域から開領域に移る部分は「スロート」と呼ばれているが、夜側においても同様に「スロート」と呼べる、磁力線が開領域から閉領域に移る部分が存在するはずである。本研究はこの夜側の「スロート」がどのような構造をもっているのであろうかという疑問から発したものである。我々はSuper DARN (Dual Auroral Radar Network) のデータを用いてこれを調べることにした。これまでのレーダーによる電離圏観測において、夜側においても寿命が数分程度の低緯度向きプラズマバーストが報告されている。この現象はカスプ域のいわゆるFTEからの類推もあり、夜側における磁力線再結合の電離圏高度への投影ではなかろうかと推察されている。そこで我々は、まずグースベイにあるレーダーでバーストのプラズマ流が観測されていて、なおかつストックセイリのレーダー（グースベイのレーダーと対をなす）データと重ね合わせて二次元の速度ベクトルが合成出来る例をいくつか選び出した。今回の発表においてはそれらのうちサブストーム（擬似的なものも含む）を伴っているものについて報告する。現象例が少ないが、予備段階の解析結果からわかった特徴的なことをまとめると以下ようになる。

(1) バーストの高速（視線方向で 750 m/s以上）プラズマ流はサブストームエクспанションフェイズ開始の $15-20$ 分位前から数分前あるいは開始まで続く。経度幅は 1 時間程度、緯度幅は $2-3$ 度程度である。継続時間が過去の報告例より長く、違う現象をみている可能性もある。

(2) 上空を通過するDMSP衛星の降下粒子との比較から、高速プラズマ流の領域は磁力線の開／閉境界のすぐ低緯度側にある。また、流線は双極子のつくるポテンシャルによるものと矛盾はしない。以上の事実はプラズマシート境界層における磁力線再結合の結果をみていることを強く示唆する。

(3) 高速流の領域は、現われてからその出現緯度が時間とともに下がり続けるが、サブストーム開始数分前から開始時刻ごろになると動きが止まりやがて消える。出現緯度の低下は昼間側リコネクションの影響を受けて夜側磁力線の開／閉境界が時間とともに低緯度につながることを示唆する。

もし磁力線の開／閉境界がレーダーによってモニターできれば、リコネクションレート（電圧の次元を持つ）をモニターすることができる。さらにリコネクション領域の経度方向の広がり分かれば、東西（朝夕）方向に積分することによってリコネクションに伴う東西（朝夕）方向の電位差をモニターすることも可能である。このような観点から口演までにさらに詳しく解析を進め、口演ではグロースフェイズの磁気フラックス収支について議論するつもりである。

E-region ionization over the EISCAT due to partial ring current protons during a substorm

T. Kikuchi(1), D. S. Evans(2), K. Schlegel(3), and H. Lühr(4)

1. Communications Research Laboratory, Koganei, Tokyo 184 (kikuchi@crl.go.jp)

2. NOAA/Space Environment Center, Boulder, CO80302, USA

3. Max-Planck Institut für Aeronomie, Katlenburg-Lindau, D-37191, Germany

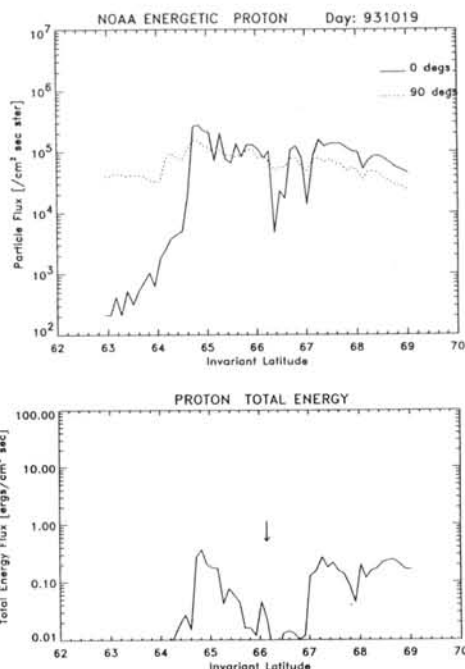
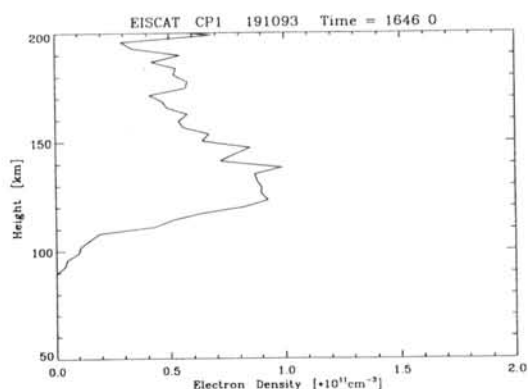
4. GeoForschungsZentrum, Potsdam, Germany

Abstract

This paper studies an E-region ionization in the early evening observed by the EISCAT radar (69.35, 19.20 GG; 66.16, 103.9 CG) during an expansion phase of the substorm on October 19, 1993. The ionization with a peak density of $2 \times 10^5/\text{cm}^3$ at a height of 120 km starts simultaneously with an intensification of the eastward electrojet at 64 - 67 degs in CGL deduced from the IMAGE magnetometer chain in Scandinavia, while the westward electrojet is intensified at latitudes >67 CGL. An auroral proton and electron precipitation over the EISCAT and the IMAGE was observed by the NOAA-12 (MEPED, TED) during the recovery phase of the substorm (1646 UT) when the peak electron density at the E-region was $9 \times 10^4/\text{cm}^3$ (Figure 1). It is shown that both the auroral electron and proton precipitate over the westward electrojet with a total energy input of 1.5 and 0.2 erg/cm²sec ster, respectively. On the other hand, the energy input into the eastward electrojet region is carried by the proton with a total energy of 0.2 erg/cm²sec ster, and furthermore the energetic proton with a energy range of 30-80 keV precipitates with a flux of 10^5 particles/cm²sec ster (Figure 2). It is furthermore shown that the onset of the ionization over the EISCAT is delayed 10 min from the onset of the substorm defined by an intensification of the westward electrojet around the midnight. Consequently, the E-region ionization responsible for the intensification of the eastward electrojet at the dusk is caused by the precipitation of partial ring current protons injected during the expansion phase of the substorm.

Fig. 2 Energetic protons ($E=30-80$ keV) and the total energy carried by protons ($E=0.3-20$ keV) observed by the NOAA-12 orbiting over the EISCAT during the recovery phase.

Fig. 1 Electron density profile measured by the EISCAT during the recovery phase of a substorm on October 19, 1993.



A polar electric field associated with a substorm observed with the HF radar and the IMAGE magnetometer chain

T. Kikuchi (1), M. Watanabe (2), A. Yukimatsu (2), H. Yamagishi (2),
N. Sato (2), and H. Lühr (3)

1 Communications Research Laboratory, Koganei, Tokyo 184 (kikuchi@crl.go.jp)

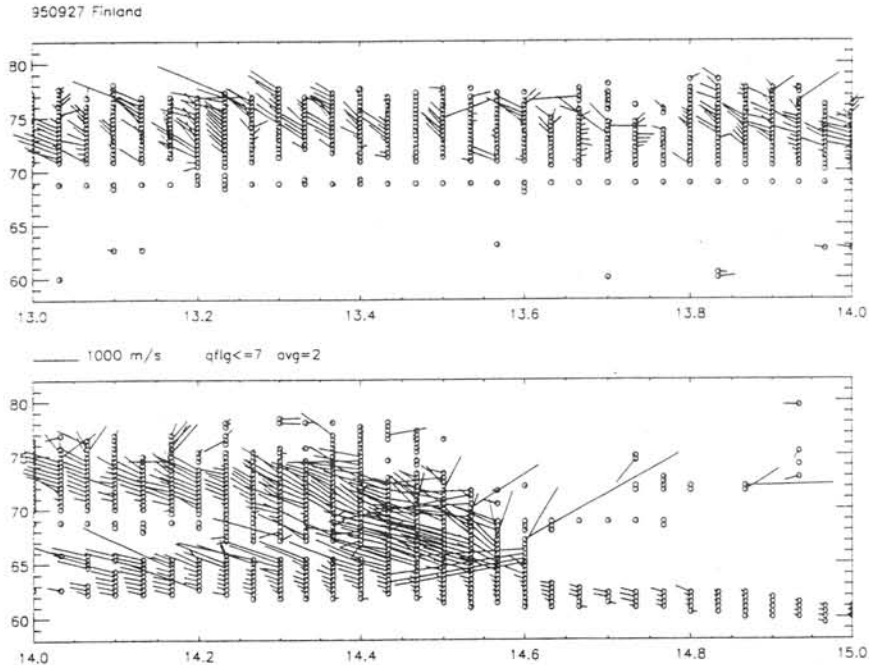
2 National Institute of Polar Research, Itabashi, Tokyo 107

3 GeoForschungsZentrum, Potsdam, Germany

Abstract

The HF radar installed in Finland detected latitudinal and temporal variations of the auroral electric field associated with the growth phase and the expansion phase of a substorm starting at 1421 UT on September 27, 1995 (Figure 1). The westward flow increases its velocity in the course of the growth phase (1350-1425 UT) at latitudes of 63-75 degs, and the flow velocity further increases and the high speed flow region moves equatorward after the onset of a nighttime injection detected by the LANL satellite at 1421 UT. The IMAGE magnetometer chain in Scandinavia observed that the eastward electrojet is intensified during the growth phase at all IMAGE stations (56 - 67 degs GML), which agrees with the HF radar observation of the electric field. The equatorward motion of the flow region may be related to an equatorward expansion of the auroral oval during the growth phase. After the onset of the substorm the electric field further increases in a narrow latitudinal region at latitudes of 63-65 degs. This concentration of the intensified electric field exactly coincides with the enhancement of the eastward electrojet observed by the IMAGE magnetometers. The IMAGE magnetometer data also shows an equatorward expansion of the westward electrojet down to SOR (67 degs), however, the HF radar detected only a small part of the eastward flow region at 67 degs. Consequently, the evolution of the electric field associated with the growth phase of the substorm can be detected with the HF radar, while the precipitation of particles tends to make it difficult to detect the electric field after the onset of the expansion phase.

Fig. 1 Vectors of plasma flow observed by the HF radar in Finland. The westward flow (eastward electrojet) is intensified during the growth phase of the substorm (1350 -1425 UT), and is further intensified and concentrated to a narrow region after the onset of the expansion phase.



Preliminary results with the scanning twin array beam
VHF auroral radar at Syowa Station (STARS)

K. Igarashi, K. Ohtaka, M. Kunitake, and T. Kikuchi

Communications Research Laboratory

We have installed a new 50 MHz scanning-beam VHF auroral radar with two sets of array antennas at Syowa Station, 1995. This radar can observe the whole region of radio auroral echoes which is generated by E-region irregularities. Two dimensional echoe region map is available every four minutes. We will make a comparison with the Syowa Station HF radar. It is possible to compare the E-region and F-region plasma drift velocities simultaneously. In this paper we focused on a difference of echoe region by changing the beam direction. The radio auroral echoes at Syowa Station appear in the region of about 2000 km along the east - west directions. This is very unique echoe region.

Figure 1 shows the range-time intensity plot (BEAM #7) for the clockwise direction of 35 degree from the north. Figure 2 shows that (BEAM #29) for the direction of 145 degrees from the north. The echoe region of the BEAM #7 is not corresponde to the echoe region of the BEAM #29. The oscillating echoes of 20 minute period appear from 4:35 UT

from 5:55 UT on September 28, 1995. A comparison with other data is necessary for further analysis.

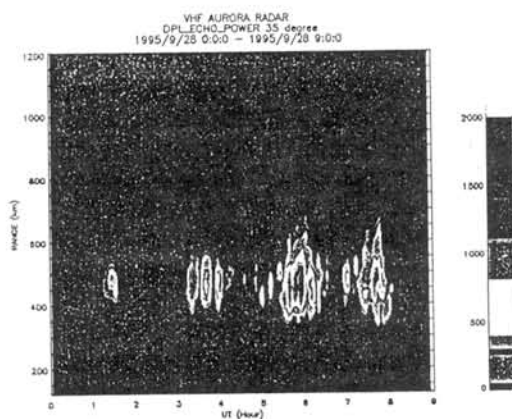


Figure 1 The range time intensity plot (BEAM # 7) for the direction of 35 degree.

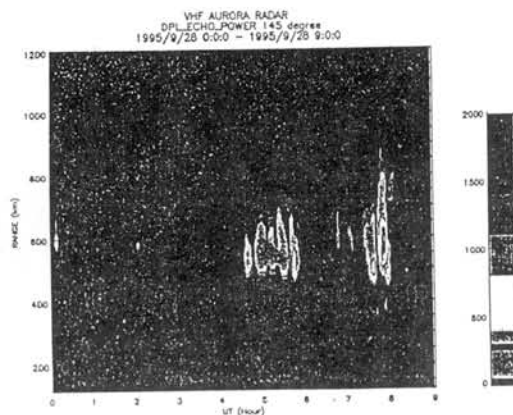


Figure 2 The range time intensity plot (BEAM # 29) for the direction of 145 degree.

ポーラーキャップアークとパッチの共存について (衛星地上同時観測の結果から)

°小原隆博、向井利典(宇宙研) 福井桂(ボストンコレッジ)

Coexistence of polar cap arcs with patches

(Results from simultaneous observations from satellite and ground based tools)

°Takahiro Obara, Toshifumi Mukai (ISAS) and Katsura Fukui (Boston Col.)

In order to clarify the dynamical process of polar cap arcs as well as patches, we have analyzed simultaneous observation data from Akebono satellite and all-sky imager at Qaanaaq in Greenland during winter seasons of 1989, 1990 and 1992. Since the all-sky imager had a very high sensitivity, it always observed patches or arcs. The number of events is as follows; "polar cap arcs" (16 passes), "patches" (19 passes) and "polar cap arcs + patches" (3 passes). Coexistence of polar cap arcs with patches appeared to be tangent. Specifically, polar cap arcs were replaced by patches, or vice versa. We have also confirmed the time delay of appearance and disappearance of polar cap arcs as well as patches in response to IMF polarity change, resulting in a range from half hour to two hours for both cases. Coexistence can be found for a while in that tangent period.

あけぼの衛星は、軌道傾斜角75度、遠地点高度約1万kmの極冠域を十分に観測する事が出来る軌道を持っている。そして、あけぼの衛星は、これまで7年以上に亘り観測を継続して来ている事から、多くのケースについて地上観測との比較が可能になっている。今回は、米国フィリップス研究所がグリーンランドのケナック(Qaanaaq)に敷設しているオールスカイイメージャーによる観測データと比較した。

同時観測が行なわれていたケースを、89年、90年そして92年の3つの冬の期間について探した所、合計38パスあった。内訳は、アーク(16パス)パッチ(19パス)アークとパッチの共存(3パス)であったが、前2者については、既に結果を公表している(Obara et al., 1996)。ここでは、例は少ないがアークとパッチの共存していた例についての解析の結果を以下にまとめる。下図に例を示しているが、

(1) アークとパッチの共存は、極冠域の状態が遷移していく時に見られる。即ち、アークがパッチにおき代わる、あるいはその逆の過程で共に観測される。

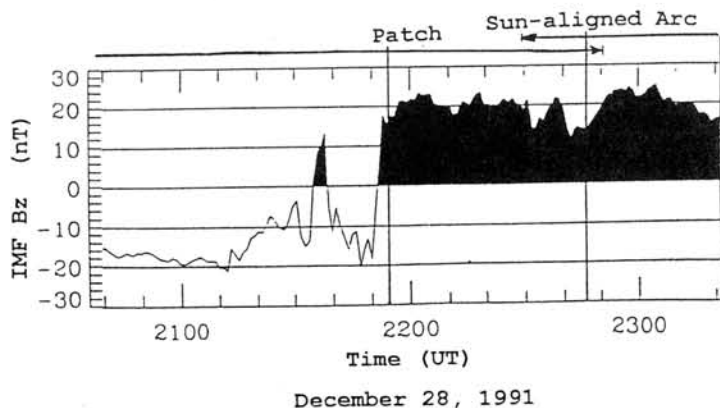
(2) IMFが北向きに転じてアークが出現するまでには、約1時間程度の時間遅れがある。

(3) パッチが完全に消失するまでにも、同じ程度の時間が必要である。

(4) オールスカイイメージャーによる連続観測の結果から、アークが出現する20-30分前には、パッチは空間的に止まる。

(5) 同じくオールスカイイメージャーによる連続観測の結果からアークは昼側から現れ夜側へ伸びていく。

以上の観測の結果は、ポーラーキャップがIMFのZ成分の変化に大変敏感にตอบสนองしている事を示すと共に、磁気圏(特にローブ域)とIMFの相互作用を考える上での重要な情報を提供している。



[参考文献]

Obara, T. T. Mukai, K. Fukui et al.,
Simultaneous Satellite and Ground
Based Observations of Polar Cap
Phenomena, *J.G.G.*, 48, 935-946,
1996.

中山基地で観測されたカusp/クレフト域のオーロラ現象
巻田和男（拓殖大）、菊池雅行・佐藤夏雄・鮎川勝（極地研）

王幸、楊惠根、劉瑞源（中国極地研）

Cusp/Cleft Aurora Observed at Zhonshan Station, Antarctica

K.Makita (Takushoku Univ.), K.Kikuchi・N.Natuo・M.Ayukawa (NIPR),

X.Wang, H.Yang and R.Liu (Polar Research Institute of China)

Auroral observation at Zhonshan Station, Antarctica (74.49° INV) was carried out during the period from March to June in 1995. Active auroras were frequently observed in the post-noon sector (12MLT - 18MLT). These auroras show bright band structure and move to the poleward direction, periodically. The periodic time for 14h ~ 15h (UT) on June 21 auroral phenomena is about 150 sec. From IMF data during this interval, Bz component is fluctuating from the north to the south direction and away sector. Kp index is 2+. We compared post-noon auroras at Zhongshan Station with evening side auroras at Showa Station and discussed the origin of post-noon aurora in this event.

極地研究所と中国極地研究所との共同研究プロジェクトとして、1994～5年にかけて菊池（極地研）が中国の中山基地を訪問し、全天ビデオカメラや掃天フォトメーター等のオーロラ観測機器を設置した。これにより、中山基地において1995年の3月から6月までの期間オーロラデータが収集された。中山基地は磁気緯度 74.5° INV ($L=13.9$) にあるため、昼側の Cusp/Cleft 領域のオーロラ現象を研究するのに適している。特に、mid - winter 前後では、午後側の時間帯でオーロラを観測することが出来る。現在、中国極地研究所でオーロラデータの編集を行っており、ここでは1995年6月21日に得られた午後側オーロラ現象についてのみ報告する。これまで筆者等が行ってきた昼側オーロラの研究によると、午後側に出現するオーロラはバンド状の明るく活動的なオーロラであり、周期的に Poleward movement を示す事が知られているが、中山基地で得られた午後側のオーロラも同様な傾向が見られた。今回解析した June 21, 14h-15h(UT) においては、多重のバンド状オーロラが150秒程度の周期で次々と天頂から高緯度側に動いては消えていくのが見られた。このような周期的な動きは磁気圏境界域の波動現象に関連している可能性がある。他方、この午後側オーロラの粒子起源を明らかにするために、夕方側のオーロラ帯に位置している昭和基地のオーロラ現象との比較を現在行っている。

なお、この日中共同研究プロジェクトの実現に御尽力下さった皆様方に、心よりお礼申し上げます。

地磁気擾乱にともなうカスプ／クレフト域における電離層吸収現象

西野正徳（名大S T E研）、太田久智（三菱電機）、山岸久雄（極地研）、
P. Stauning(デンマーク気象研)、J. A. Holtet(オスロ大)、T. Hansen(トロムソ大)

Dayside CNA events in the polar cusp/cleft associated with geomagnetic disturbances

M. Nishino(STEL, Nagoya Univ.), H. Ota(Mitsubishi Electric.), H. Yamagishi(NIPR),
P. Stauning(DMI), J. A. Holtet(Oslo Univ.) and T. Hansen(Tromso Univ.)

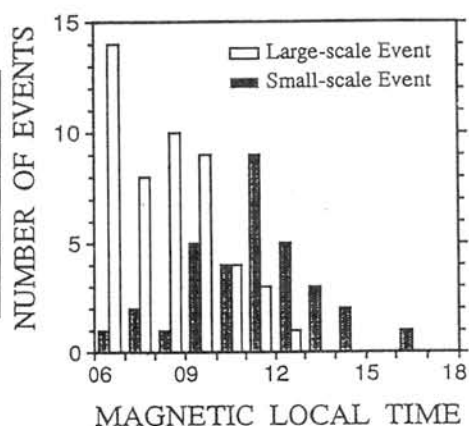
Dayside CNA events obtained by the imaging riometer at Ny-Alesund (Inv. lat. 76.02°), Svalbard are statistically analyzed with regards to geomagnetic disturbances in the polar region. The CNA events associated with large-scale disturbances show higher occurrence and more intense ($\leq 3\text{dB}$) variation in the morning sector, while the ones associated with small-scale disturbances show higher occurrence and less intense ($\leq 1\text{dB}$) variation around the magnetic noon sector. Typical examples of the both type CNA events are presented along with geomagnetic variations at five ground stations.

昼側のカスプ／クレフト域に位置する Ny-Alesund, Svalbard (Inv. lat. 76.02°) では、1991年9月よりイメージングリオメータを用いた銀河電波吸収 (CNA) の観測を継続して実施している。本講演では、これまでの観測で得られた現象の中から、昼側 (6~18 MLT) のCNA現象を地磁気擾乱の規模に関連して抽出し、その統計 (83イベント) と顕著な観測例を示す。

地磁気データは、表に記す5観測点を用い、5点での地磁気変動が全て200 nT以上で大規模な領域で発生したCNAイベント (Large-scale event) と、これ以外の局所的な小規模な領域で発生したCNAイベント (Small-scale event) の2つのタイプに分類した。図は、磁気地方時に対する昼側CNAイベントの発生頻度分布を示す。この図より、Large-scale eventの発生は午前側に多く、12 h MLTに向かって少なくなるが、Small-scale eventは、12 h MLTにピークになり、午前、午後側に少なくなることがわかる。また、Large-scale eventは午前側で強度が強く、12 h MLTに向かって弱くなるが、Small-scale eventでは、全体的に強度は弱い ($\leq 1\text{dB}$) 。

地磁気観測点						
観測点		地理座標		地磁気座標		L値
地名	略称	緯度	経度	緯度	経度	
Ny-Alesund	NAL	78.92N	11.95E	74.85N	114.29E	16.5
Hopen	HOP	76.51N	25.01E	71.36	118.68	10.5
Bjornoya	BJO	74.50N	19.20E	70.13	112.07	9.5
Jan Mayen	JAN	70.90N	351.30W	70.55	84.4	
Tromso	TRO	69.66N	18.94E	65.64	106.98	6.2

M. N. : 地磁気座標系での正午 (Magnetic Local Noon)



All sky imager observation of aurora and airglow at South Pole : System design and the initial test results

* Masaki Ejiri, Shoichi Okano, Masaki Okada, Makoto Taguchi (NIPR),
Syu Takeshita (Tokai Univ.)

We have developed an all sky optical imager (ASI) which will be installed at the Amundsen-Scott South Pole Station (SP). ASI is a high sensitive (monochromatic and panchromatic) optical imager with high spatial and time resolutions. In addition to that ASI is a digital CCD imager, that means the digital image data can be stored and easily archived in the computer, through the network of which all users can access the data, the instrument of ASI at SP itself being monitored and controlled by NIPR computer, Japan, via the satellite internet with a modern state of the art of telescience technique.

The South Pole is a unique place to make an auroral observation during an austral winter season. We can observe (1) the dayside polar cusp / cleft aurora directly connected to the entry region of the solar wind, (2) afternoon aurora closely associated with the night side magnetospheric storm / substorm activities and (3) the polar cap aurora related to the polarity of the interplanetary magnetic field. It is still open question how the polar cap aurora has the causal connection to the night side high latitude aurora. In addition to the above, the South Pole is a singular point of the earth's rotation, which also provides us a unique opportunity to observe the airglow to study an effective multi-wavelength (different altitudes) characteristics of acoustic gravity waves at the polar region. All of these observational investigations can not be performed in the northern hemisphere.

The ASI is equipped with interference filters for auroral emissions of N_2^+ 427.8nm, OI 557.7nm, and OI 630.0nm. The diameter and the FWHM of the filters are 80mm and 3nm, respectively. OH (730nm) filter is also installed. An objective lens is a Fish-eye Nikkor with F1.4 and F=6mm. The optics which produces parallel beam (max angle of 7° from the optical axis) to makes it possible to use an interference filter. The image sensor is a back-illuminated air-cooled CCD camera (HAMAMATSU C-4880-72) with 512×512 pixels. Size of each pixel is $24\mu m \times 24\mu m$. Time required to read out a full frame is 1.2sec. The ASI has been calibrated for absolute intensity using a standard tungsten lamp and a diffuser plate at NIPR. The sensitivity at OI 557.7nm is approximately 0.11cts / R · sec.

Field test of the ASI was carried out at the Zao Observatory of Tohoku University on the night of Oct. 10, 1996. The OI 557.7nm airglow emissions were imaged every 2 minutes with an exposure time of 60 sec. On this night, the ASI could detect the moving wave structure on the OI 557.7nm images having a wavelength of as small as 2-4 km, in addition to large scale structures with a wavelength of a few tens of kilometer. The snapshot and dynamical behavior of the observed airglow will be presented.

Intensity correction in projection of all-sky auroral image onto geomagnetic coordinates

YANG Huigen* LIU Ruiyuan

Natsuo SATO

(Polar Research Institute of China, Shanghai 200129) (National Institute of Polar Research, Tokyo 173, Japan)

Abstract

All-sky imaging observation is one of the most powerful means in present ground-based auroral observations. For an ideal fish-eye lens, an all-sky image is formed with the azimuth and zenith angles, and any pixel of it monitors the sky with an equal solid angle. Auroral particles, however, precipitate along geomagnetic field line, all-sky auroral images usually need to be projected onto geomagnetic coordinates.

Assume that auroral intensity distributions in all-sky polar coordinates (r, τ) and in geomagnetic coordinates (φ^m, λ^m) are described by $X(r, \tau)$ and $Y(\varphi^m, \lambda^m)$ respectively, the projection of all-sky image onto geomagnetic coordinates can then be written as,

$$Y(\varphi^m, \lambda^m) = A(\varphi^m, \lambda^m; r, \tau) X(r, \tau) \quad (1)$$

where $A(\varphi^m, \lambda^m; r, \tau)$ is the projection actor. The projection actor so far used in monochromatic auroral image analysis and auroral conjugacy study etc. ^[1,2] can be summarized as following,

$$A(\varphi^m, \lambda^m; r, \tau) = A_3(\varphi^m, \lambda^m; \varphi^c, \lambda^c) A_2(\varphi^c, \lambda^c; \varphi^g, \lambda^g) A_1(\varphi^g, \lambda^g; r, \tau) \quad (2)$$

where $A_1(\varphi^g, \lambda^g; r, \tau)$, $A_2(\varphi^c, \lambda^c; \varphi^g, \lambda^g)$, and $A_3(\varphi^m, \lambda^m; \varphi^c, \lambda^c)$ are transform actors of all-sky polar coordinates onto geographic coordinates (φ^g, λ^g) , of geographic coordinates (φ^g, λ^g) onto geocentric coordinates (φ^c, λ^c) , and of geocentric coordinates (φ^c, λ^c) onto geomagnetic coordinates (φ^m, λ^m) based on IGRF model, respectively. This projection actor, however, sets up only the geometric relation between positions of a pixel in all-sky image and the corresponding one in geomagnetic coordinates. The intensity change of the projection transform has actually not been taken into account. In this paper, it is proved that the intensity correction in projection of all-sky auroral images onto geomagnetic coordinates is necessary, and an expression for the intensity correction actor is for the first time derived. It is a simple diagonal matrix, $C(r)$, of which each element c satisfies that

$$c = \cos \gamma \quad (3)$$

where γ is the angle between the line of view and the normal direction of aurora illuminating surface of ionosphere and relates only with the zenith angle. The projection actor should be

$$A(\varphi^m, \lambda^m; r, \tau) = A_3(\varphi^m, \lambda^m; \varphi^c, \lambda^c) A_2(\varphi^c, \lambda^c; \varphi^g, \lambda^g) A_1(\varphi^g, \lambda^g; r, \tau) C(r) \quad (4)$$

References

1. Ono, T., M.Ejiri, and T.Hirasawa (1987) "Monochromatic auroral images observed at Syowa Station in Antarctica" J. Geomagn. Geoelectr., Vol.39, 65-95
2. Minatoya, H., N. Sato, T. Saemundsson, et. al., (1995) "Absence of correlation between periodic pulsating auroras in geomagnetically conjugate areas" J. Geomagn. Geoelectr., Vol.47, 583-598.

* Now in Faculty of Science, Kyoto University, Kyoto 606.

ALIS-JAPAN オーロラトモグラフィ画像の再構成解析

麻生武彦*・浦島智*・藤田淳文*・江尻全機†・宮岡宏†

Åke Steen†・Urban Brändström†, Björn Gustavsson†

* 京都大学工学研究科, † 国立極地研究所, ‡ スウェーデン・スペース物理研究所

Tomographic reconstruction analyses for the ALIS-JAPAN auroral monochromatic images

T. Aso*, A. Urashima*, A. Fujita*, M. Ejiri†, H. Miyaoka†

Å. Steen†, U. Brändström†, ‡, Björn Gustavsson†

* Kyoto University, † National Institute of Polar Research,
‡ Swedish Institute of Space Physics

Auroral tomographic inversion analyses are under extensive study toward reconstructing vivid three-dimensional luminous structure of aurora based on several images taken synchronously at three ~ four ALIS (Auroral Large Imaging System) houses of the Swedish Institute of Space Physics, and two Japanese stereo cameras in 1995. Algebraic reconstruction techniques as MART, SIRT can well reconstruct folded or double arcs assuming field-aligned luminous layer of aurora. Analytical methods are also studied for the possible multi-point auroral CT images.

CT - 計算トモグラフィによるオーロラ3次元再構成の研究は、南極でのステレオ画像からの子午面発光構造の復元^[1]、アイスランドでの長基線長ステレオ観測^[2]を経て、スウェーデンALISネットワークとの共同研究へと発展し^[3]、現在最高6点でのCT単色画像の再構成による、より精確な、またより複雑な構造の描出をゴールとして進められている。解析は代数的手法であるMART法、SIRT法を中心とし、またモデル関数フィッティング法などのほかに、最近は逆マトリックス法や解析的手法のフィルター逆投影法あるいは重畳積分法、ニューラルコンピューティングの応用など多点CT画像の逆変換解析に有用な手法の検討がなされている。改良SIRT法

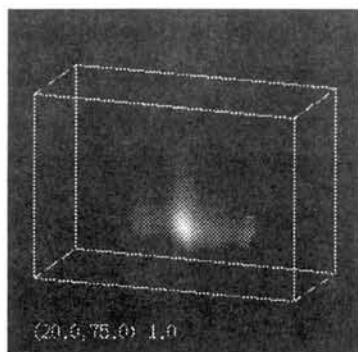


図 1: A visualization of 4-point CT reconstruction for the folded aurora at 19:09:30, Mar 26, 1995.

による解析結果として3月26日19時09分30秒に出現したオーロラークの復元結果を図1に示す。解析は、キルナ、メラシャルビ、チャウチャス、ニカロクタの4点で捉えられた画像をもとに

オーロラが field-aligned であり、局所的に一樣な沿磁構造を持つという制約を課して行っている。発光強度は高度120km付近で極大となり、図のような明るいフォルド部のある構造が復元されている。

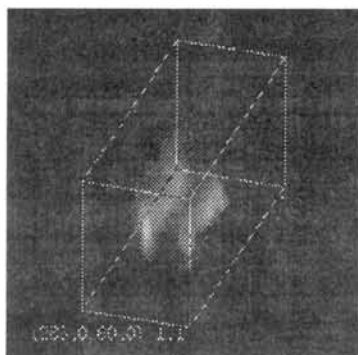


図 2: A visualization of double arc aurora at 20:26:10, Mar 26, 1995.

図2は、同様に20時26分10秒に4点で観測されたダブルアークの再構成結果を視覚化したもので、東西にのびる明るいカーテンとその北側の二重のカーテン構造が再現されている。さらに、これらの解析と並行してより多点での解析的手法のモデル計算も進めているところである。

謝辞 本トモグラフィ解析研究を行うに当たり平成6年度立石科学技術振興財団および平成8年度文部省科学研究費補助金(基盤研究(C))の助成を得た。また計算の一部は京都大学工学部高度情報開発実験施設のシステムを用いて行われた。

参考文献 [1] Aso, T. et al., J. Geomag. Geoelectr., 42, 579, 1990. [2] 麻生他, 電子情報通信学会論文誌 D-II, J77-D-II(1), 69, 1993. [3] Aso, T. et al., Submitted to Geophys. Res. Lett., 1996.

(第20回領域における電離圏磁気圏総合観測シンポジウム講演予稿1996年11月)

フリッカーリングオーロラの高解像度撮像観測

° 宮岡 宏、岡田雅樹（極地研）、巻田和男（拓殖大）、佐藤夏雄、江尻全機（極地研）

High-resolution Imaging of a Flickering Aurora

° H. Miyaoka, M. Okada(NIPR), K. Makita(Takushoku Univ.), N. Sato and M. Ejiri(NIPR)

We present prominent features of a flickering aurora derived from high-resolution imaging of auroral arcs in the magnetic zenith direction, using an auroral TV camera with very narrow field-of-view (6.7km x 5.0km), at Sondrestrom, Greenland. In this paper, fine structure and fast fluctuation of auroral intensity in a flickering aurora are focussed and discussed in detail, comparing to the proposed model of a flickering aurora during an auroral breakup.

1. はじめに

ディスクリートオーロラの発光励起に関与するmonoenergeticな降下電子を作り出す機構については、その基本的な物理過程についても現在まで確証には至っていない。この問題に地上のオーロラ観測から解決の糸口を探る目的で、ディスクリートアークの最小エレメント（厚さのスケール～100m）の時空間変動を明確に分離しうる高解像度の磁気天頂オーロラ観測を1995年12月～1996年1月、グリーンランドのSondrestrom (Inv=74.5) において実施した。

2. 観測

オーロラの微小、中規模ならびに大規模スケールに対応した撮像を同時に行うため、下記の3種類のオーロラTVカメラを使用した。

- ・冷却型ICCDカメラ（浜松 V5102UX、ピーク感度波長430nm）
視野角 $3.75 \times 2.8^\circ$ （高度100kmで6.7km x 5.0km、解像度13m）
- ・I I + CCDカメラ（浜松 Nightviewer + C3077）
視野角 26° （高度100kmで46km、解像度120m）
- ・I I + CCDカメラ（浜松 Nightviewer + C3077）
視野角 180° （全天）

視野の狭い2台のカメラを磁気天頂方向（伏角 80.5° ）に固定し、その視野内に入ってくるディスクリートアークを高解像度で観測した。Sondrestromはオーロラオーバルの高緯度側に位置しているが、サブストームのオンセット後、高緯度伝搬してくるオーロラサージが磁気天頂視野内を通過する 경우가多く、特に非常に強いサージの通過に伴って顕著なフリッカーリングオーロラを数例撮像することができた。図1はフリッカーリングオーロラ中の固定点における輝度変動プロットの一例で、約10Hzの振動成分が疊重している観測例である。

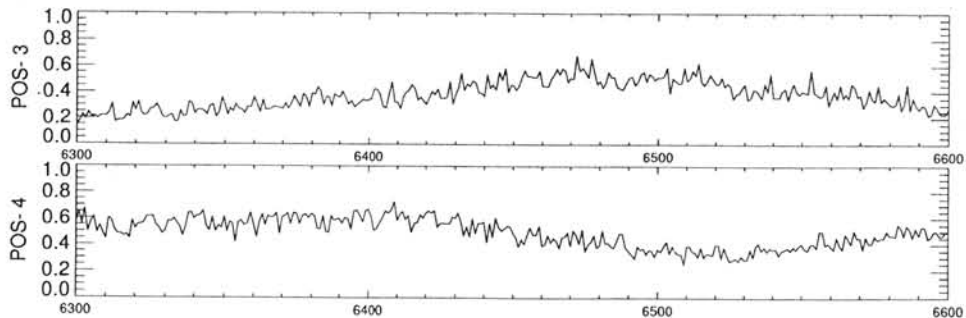


図1 フリッカーリングオーロラ中の輝度時間変動（横軸10sec）

pulsatingオーロラに伴うLF波動

° 瀧澤博和、森岡 昭、三澤浩昭、高橋幸弘（東北大理）、
宮岡 宏、佐藤夏雄（極地研）

Simultaneous Observation of Pulsating Aurora with LF Wave

° H. Takizawa, A. Morioka, H. Misawa, Y. Takahashi (Tohoku Univ.),
H. Miyaoka and N. Sato (NIPR)

We have examined the relationship between pulsating auroral images by SIT TV and LF waves simultaneously observed by S-520-12 Rocket at Andoya in Norway on February 26, 1990. It was found that LF waves with a few hundred kHz showed good correlations with two pulsating patches.

北欧ロケットによる観測でpulsatingオーロラに伴ったLF波動現象が観測されたので、その結果を報告する。

1990年2月26日、Andoya (NORWAY)で実施された北欧ロケットS-520-12号機によるpulsatingオーロラの総合観測のうち、in-situ観測により得られたLF波動現象と、地上支援観測として行われた高感度オーロラTV観測により得られたビデオデータを比較、解析した。オーロラ発光現象は全天オーロラダイナミック画像上にメッシュ7×7を設け、その各点のオーロラ光時間変動として取り出した。これらのデータとロケット観測(PWH)によるLF波動との比較を行った。アナログビデオデータのデジタル化には、極地研究所のARSAD(Automatic Retrieval System for Auroral Data)を用いた。

LF波動現象では、ロケットによる観測開始直後から、数10kHzから数100kHzの広帯域にわたり、平均的な周期が10秒程度の変動が観測された。この中でも飛行時間4分から5分にかけて、200kHzから300kHzのLF波動現象と、天頂付近及びその西にある2つのpulsatingパッチ発光現象との、位相および周期が良く合っていた。このLF波動は、脈動しながら降下する比較的高エネルギー粒子によるインコヒーレント放射ヒスであるのではないかと考える。また他の時間帯でも、同じようにLF波動現象と相関の良いオーロラ発光現象が見い出されている。講演ではそれらの空間変動の共通点を探る。

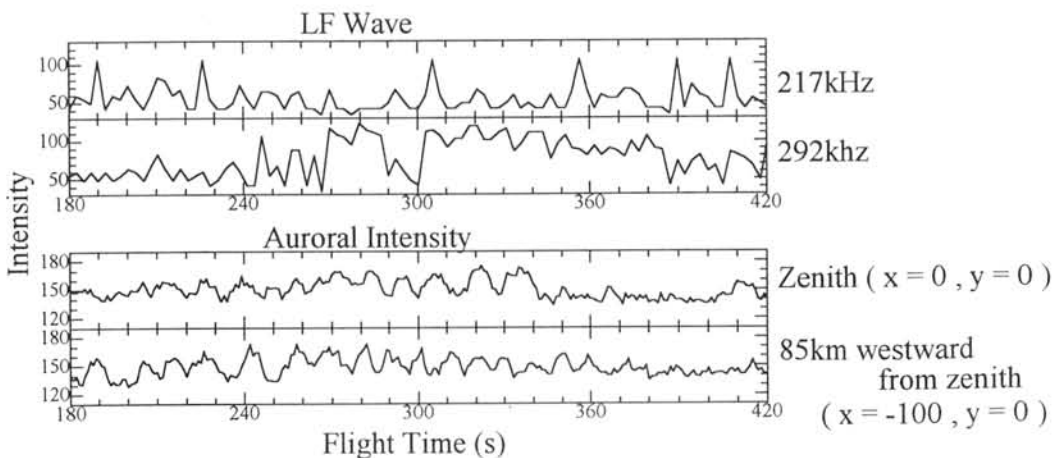


Fig.1 Time Variations of LF Waves and Auroral Intensities

Pi2 and Auroral breakup

○岡田興太、坂 翁介、渡辺 修

(九大・理)

○K.Okada, O.Saka, O.Watanabe

(Kyushu Univ.)

At the onset of ground Pi2 oscillations at the dip-equator, reconfigurations of the magnetic field lines at the nightside geosynchronous orbit and breakup of the auroral are often detected. To clarify these behavior within the time scale of Pi2 periods, we have examined the field and particle signatures in the nightside magnetosphere utilizing the high-time resolution data from geosynchronous satellites GOES5, GOES6 and 1984-129, and from the Syowa all-sky data. It is found that an increase (decrease) of the particle flux and a decrease (increase) of the field intensity correlates at the geosynchronous altitudes. Furthermore, during these intervals when the particle flux increased at the geosynchronous orbit, we found that both the auroral luminosity and the amplitude of the ground Pi2 at dip-equator increased. We argue that field-aligned plasma motions derived by the slow-mode wave are likely to account for the ground-satellite correlations observed.

赤道でのPi2脈動、夜側磁気圏静止軌道における磁場と粒子の変動、および高緯度での Auroral Breakup に相関関係がある事は良く知られた事実である。新たに、Pi2のそれぞれの位相でそれらが如何なる関係で 変化しているかを調べ、特徴的な観測事実を得ることが出来た。それらを理解するためには、プラズマの沿磁力線運動を考慮する事が重要 だと考え、それに従って一つのモデルの構築を試みている。

PENETRATION OF POLAR ELECTRIC FIELDS INTO THE
EQUATORIAL REGION: A RESULT FROM THE 210° MM PROJECT

⁰YUMOTO K.¹, H. TACHIARA¹, Y. TANAKA¹, M. SHINOHARA¹, T.-I. KITAMURA¹,
K. SHIOKAWA², R.J. MORRIS³, J.V. OLSON⁴, S.-I. AKASOFU⁴, AND
THE 210° MM MAGNETIC OBSERVATION GROUP

¹Department of Earth and Planetary Sciences, Kyushu University,
Fukuoka 812-81, Japan

²Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University,
Toyokawa 442, Japan

³Australian Antarctic Division, Tasmania 7050, Australia

⁴Geophysical Institute, University of Alaska Fairbanks,
Alaska 99775-7320, U.S.A

The evidence of penetrations of polar electric fields into the equatorial region was recently demonstrated in association with the following phenomena:

- (a) Northern/southern Hemisphere asymmetry of sc/si amplitude ranges at lower latitudes, i.e., the amplitude ranges in the summer hemisphere are about twice as wide as those in the winter hemisphere (Yumoto et al., J.G.G., 1996).
- (b) Higher correlations of magnetic variations in the DP-2 period range between auroral eastward electrojet (AEJ) and equatorial electrojet (EEJ).

In this paper 1-sec sampling magnetic field data from the 210° MM Magnetometer Network have been analyzed to examine relationships between AEJ at Macquarie Island (MCQ; -64.5° , -247.8°) at high latitude and EEJ at Yap Island (YAP; -0.3° , 209.0°) near the dip equator. We obtained the coherency of H-component variations between AEJ and EEJ and the dependence of DP-2 and Pc 5 amplitude ranges on magnetic latitude. The following new findings can be summarized;

- (1) Synchronous variations of AEJ at high latitude and EEJ at the dayside equator can be identified in the DP-2 and Pc 5 period ranges.
- (2) Amplitude ranges of the magnetic variations at high latitude exponentially decrease with decreasing of the magnetic latitude, and increase gradually at lower latitudes. All of these show the dayside equatorial enhancement.
- (3) The latitudinal profiles of the DP-2 and Pc 5 amplitudes depend on the period of the variations.

These observation facts indicate that large-scale electric fields in the period range from DP-2 to Pc 5 can penetrate to the magnetic equator, and can be identified in the changes of the equatorial electrojet enhancement.

Particle acceleration mechanisms deduced from CNA pulsations associated with Pc5 pulsations

°M. Nosé¹, T. Iyemori¹, A. Yukimatsu², M. Sugiura³, and J. A. Slavin⁴

¹ Geophysical Institute, Faculty of science, Kyoto University

² National Institute of Polar Research

³ Institute of Research and Development, Tokai University

⁴ NASA/Goddard Space Flight Center

We investigated Pc5 pulsations and CNA pulsations to study particle acceleration mechanisms by ULF waves using the magnetic field data and 30-MHz riometer data obtained at Syowa Station ($L \sim 6.2$). During the period from August 1981 to February 1983, 1340 events of Pc5 pulsations ($T=150-600$ s) in H-component were found by FFT analysis. Pc5 pulsations are observed frequently in the magnetic local time (MLT) range of 06 to 18, and have an occurrence peak in the morning (07–10MLT). It was also found that the power of Pc5 pulsations in the morning was larger than that in the afternoon. We scanned visually the riometer data to find CNA pulsations associated with Pc5 pulsations. Out of 1340 events, 72 events of Pc5 pulsations were accompanying CNA pulsations. As shown in Figure 1, simultaneous events of Pc5 and CNA pulsations appeared mostly in the morning (06–10MLT). We investigated the relative phase difference between Pc5 and CNA and found that the phase of CNA pulsations precedes that of Pc5 pulsations by $\sim 90^\circ$ in most cases (Figure 1).

We also used the electric field and magnetic field data obtained by the DE-2 satellite, which initially had apogee at 1003 km and perigee at 299 km altitude, and found that several cases of geomagnetic conjunctions of Syowa Station and DE-2. Both magnetic and electric field disturbances were observed by DE-2. These disturbances imply that small scale field-aligned currents with each latitudinal width of about 50 km were generated. We discuss particle acceleration mechanisms from these observational results in terms of acceleration by kinetic Alfvén waves.

Acknowledgement

We wish to thank Dr. N. C. Maynard for providing us with the electric field data from DE-2.

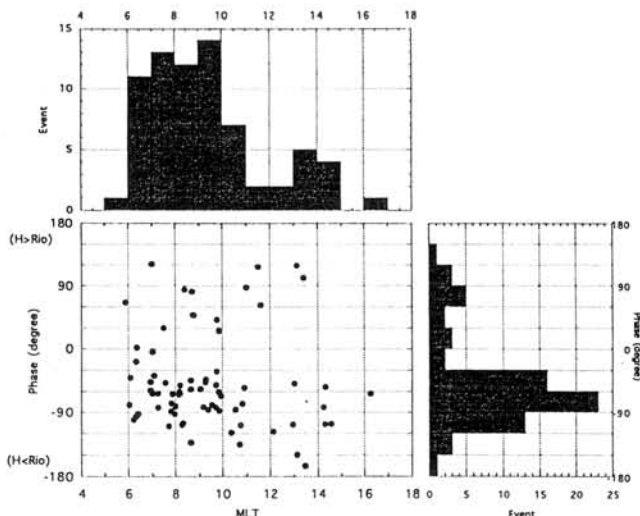


Figure 1: MLT-relative phase difference distribution of simultaneous events of CNA and Pc5 pulsations

Gauss型粒子を用いたVLF放射の計算機シミュレーション

○小野 康, 上田 裕子, 島倉 信
(千葉大学工学部)

Computer Simulations of a VLF Emission with Gaussian-shaped Particle Code

○ Yasusi Ono, Hiroko O. Ueda and Shin Shimakura
(Faculty of Engineering, Chiba Univ.)

Particle simulations with square-shaped particles usually suffer from a high level of numerical heating unless a large number of particles are used or the grid space (Δx) is smaller than Debye length (λ_D). To improve this limitation, Gaussian-shaped particles are introduced into a one-dimensional electro magnetic particle code KEMPO1. We show this smooth shape factor reduces the numerical heating mainly due to the electric field fluctuation. The new code can be applied to a VLF emission generated by cyclotron resonance which requires large simulation system length ($>1000\lambda_D$).

電磁粒子モデルシミュレーションはプラズマ物理における有用な研究手法のひとつであるが、現在の大型コンピュータの性能を活用してもデバイ長に比べて数百倍以上の現象を扱うことは困難である。これは、典型的な粒子シミュレーションではデバイ長とグリッド長の比 $\lambda_D/\Delta x$ を少なくとも 1 以上にとられなければならない、数値的加熱が大きく、有意なシミュレーション結果を得られないことが主な原因である。

そこで我々は 1 次元電磁粒子コード KEMPO1 を基に Gauss 型粒子を導入することによりこの Δx に関する制限を緩和し、KEMPO1 では困難となってくる長波長の VLF 波の解析が可能な 1 次元 Gauss 型粒子コードを開発した。図 1 (a)(b) に KEMPO1, また (c)(d) に Gauss 型シミュレーションそれぞれにおける粒子の形状と shape factor を示す。Gauss 型では粒子の形状として Gaussian 関数を用いている。これにより shape factor も Gaussian 関数、即ち滑らかな関数となり、 $\lambda_D/\Delta x \ll 1$ であっても数値的加熱を十分に抑えることができる。

実際に磁気圏プラズマにおける波動現象を定量的に解析することが可能であるかを、サイクロトロン共鳴による VLF 波動の励起過程のシミュレーションを行い確かめる。

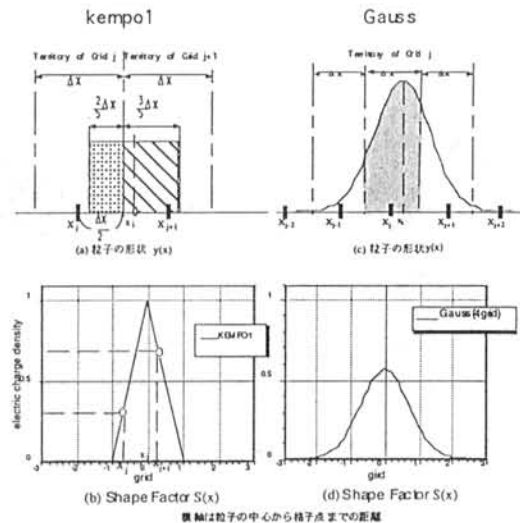


図 1 粒子の形状と shape factor

Wave Energy Distributions of ELF Hiss Emissions in Wavenumber Space

S. Slimakura¹, T. Kaburaki¹, N. Sato² and Andy J. Smith³

1. Dept. of Electrical Engineering, Chiba Univ.

2. National Institute of Polar Research

3. British Antarctic Survey

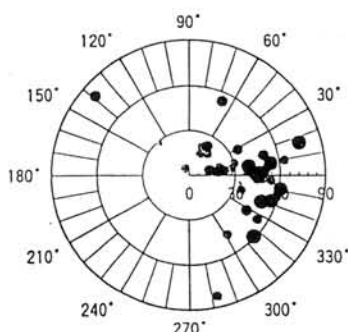
Introduction

It is most important to know not only the wave-normal direction but also the spatial distribution of wave energy in order to discuss the propagation and generation mechanisms of magnetospheric VLF/ELF waves received on the ground. In this paper we discuss a method for estimating wave energy distribution. And also we intend to analyse ELF hiss emissions observed at Halley Bay, Antarctica, and Husafell, Iceland, and present results at the symposium.

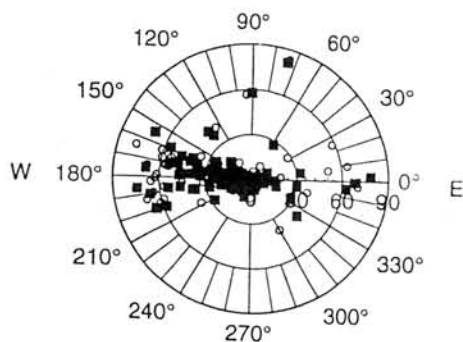
Energy Distribution of VLF/ELF Waves

In general, it is invalid to assume a point source at the ionospheric base, especially at high latitudes. In this case magnetospheric VLF/ELF waves observed on the ground can be expressed in terms of the sum of plane waves with various wave-normals and polarisations. On the other hand, we can express wave field components of these waves with any polarisation as the sum of right-handed and left-handed circularly polarised waves. And then taking into account that right-handed circular wave (RHC) changes to left-handed circular wave (LHC) and LHC to RHC after reflection on the ground, the energy distribution of these waves can be estimated separately corresponding to each mode. Using this method, it is possible to get stably the arrival direction and energy density of those waves even when wave energy is distributed widely in wave number space.

The Figures show distribution of maximum energy points of ELF hiss emissions observed at Halley Bay, Antarctica and Husafell, Iceland. As is shown in Figures, we can estimate the formation of magnetospheric duct by this method though it is impossible to know the ionospheric exit-regions when the multi-reflected waves in the Earth-ionosphere waveguide are not considered.



Energy distribution of ELF hiss emissions observed at Halley Bay, Antarctica, during 2.2 seconds from 16:57:23:00 UT, on April 28, 1986.



Energy distribution of ELF hiss emissions observed at Husafell, Iceland, during 22 minutes from 10:09:00 UT, on August 29, 1991.

ELF ヒスの波動エネルギー分布動態

○ 鍋木貴憲、島倉信（千葉大）、Andy J. Smith（BAS）

Dynamics of Wave energy distribution of ELF hiss

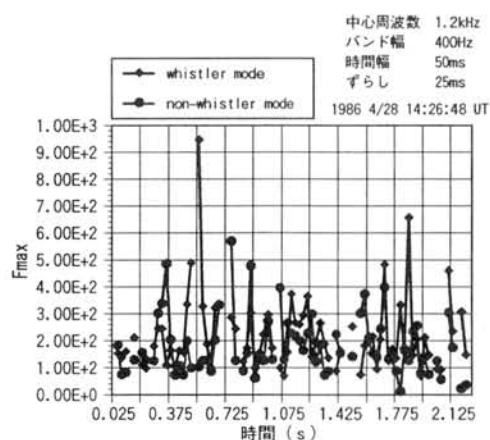
Takanori Kaburaki, Shin Shimakura (Chiba Univ.) and Andy J. Smith (BAS)

When discussing the wave distribution function of magnetospheric ELF/VLF radio waves, and also its change with time, the wave polarization is one of important parameters, because the wave polarization depends strongly on the propagation effect in the Earth-ionosphere wave guide. And also another important parameter is the duration for which radio wave is stationary signal.

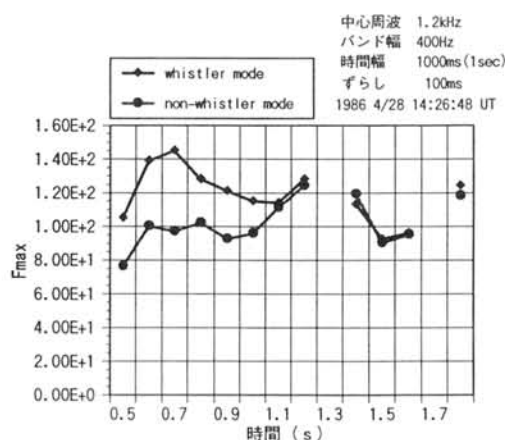
これまでの解析結果から、受信した波動の中に含まれる多重反射波の効果が重要で、whistler mode の偏波を維持した成分と逆回り円偏波成分のエネルギーの比は電離層透過域が観測点からどれくらい離れているかを知る重要な情報であることが分かっている。今回は波動分布関数の時間変動について考察する。

ELF/VLF 波動の波動分布関数を求める場合、定常信号と見なせる信号の継続時間をどの程度に見積もるかが重要である。図(b)は定常区間を 1000msec として波動分布関数を求めた結果である。同図からは、初め左廻り円偏波成分が強く、多重反射波の影響が弱く比較的観測地点近傍に透過域があり、その後遠方に移動したようにも考えられるが、解の安定性が悪い。図(a)は定常区間を 50msec として解析した結果である。この場合、解の安定性は改善されている。また、図(a)の約 0.5sec の時刻では左右円偏波のエネルギー比は約 20dB で、whistler mode の偏波を保持しており、波動分布関数の示す位置に透過域があったと考える事が妥当であろう。

信号の解析時間を短く取ると、波動分布関数の変動があまりにも速い。約 10 分間にもわたるゆるやかな変動をどのように解析するか、今後の課題である。



(a) 解析時間幅 50ms の場合



(b) 解析時間幅 1000ms の場合

図：波動エネルギーの比

WDF 解析結果の検索・抽出システム

○ 鍋木 貴憲、上田 裕子、島倉 信 (千葉大学)

Analyzing System of the Magnetospheric ELF/VLF waves

Takanori Kaburaki, Hiroko O. Ueda and Shin Shimakura (Chiba Univ.)

We have built the database system to understand the dynamics of magnetospheric ELF/VLF wave propagation, which stored results of wave distribution function analysis. The user interface for data selecting has been improved by using WWW (World Wide Web) browser to easily access to the database system.

ELF/VLF 波動の波数空間エネルギー分布 (Wave Distribution Function: WDF) 動態を調査するためには長時間 (数分)、長期間 (数ヶ月、数年) の観測データの解析が必要であり、膨大な解析結果を扱う事が予想される。そのため、解析結果をデータベースに蓄積し、目的の条件下で検索・抽出が容易に可能なシステムの構築が必要である。

解析システムの全体像を図 1 に示す。解析結果をデータベースに登録するシステムは、ほぼ完成している。一方、これまでのシステムでは検索・抽出は、UNIX のコマンド上で専用プログラムを動かし、データベースシステムにアクセスしていたために、プログラムがあるホストに直接ログインしなければならず、またユーザーインターフェースも十分ではなかった (図 2(a))。そこでこれらを改善するために、インターネットのWWW上のブラウザを利用し、異なるマシンからも、容易にデータベースにアクセス可能なシステムへの変更を行っている (図 2(b))。

現在までに検索結果数と検索内容の表示が可能となった。今後、検索・抽出した解析画像の表示方法を改善し、複数画像の同時表示および連続表示が可能になるように改良していきたい。

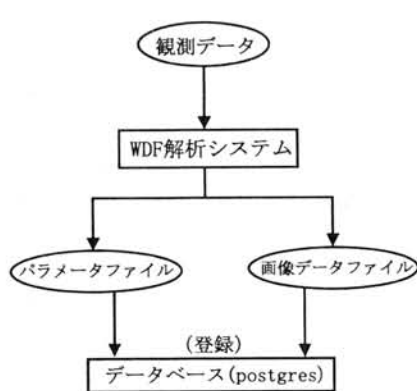
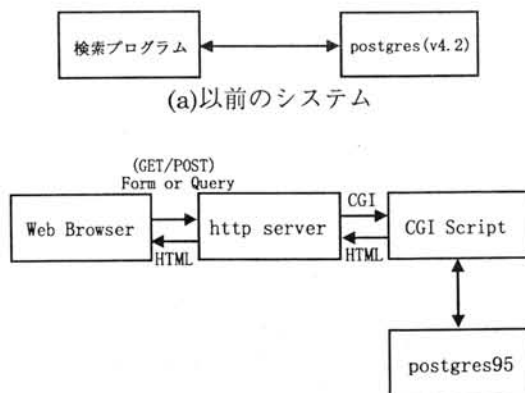


図 1 : システムの全体像



(b)改良したシステム

図 2 検索処理システムの流れ

太陽風熱的イオン (He^{++}) の入口と対流

渡辺成昭、佐川永一、巖本巖 (通信総合研究所)

B. A. Whalen, A. W. Yau (Canada NRC H. I. A.)

向井典利、早川 基 (宇宙科学研究所)

Convection and Entrance of Thermal He^{++} from the Solar Wind

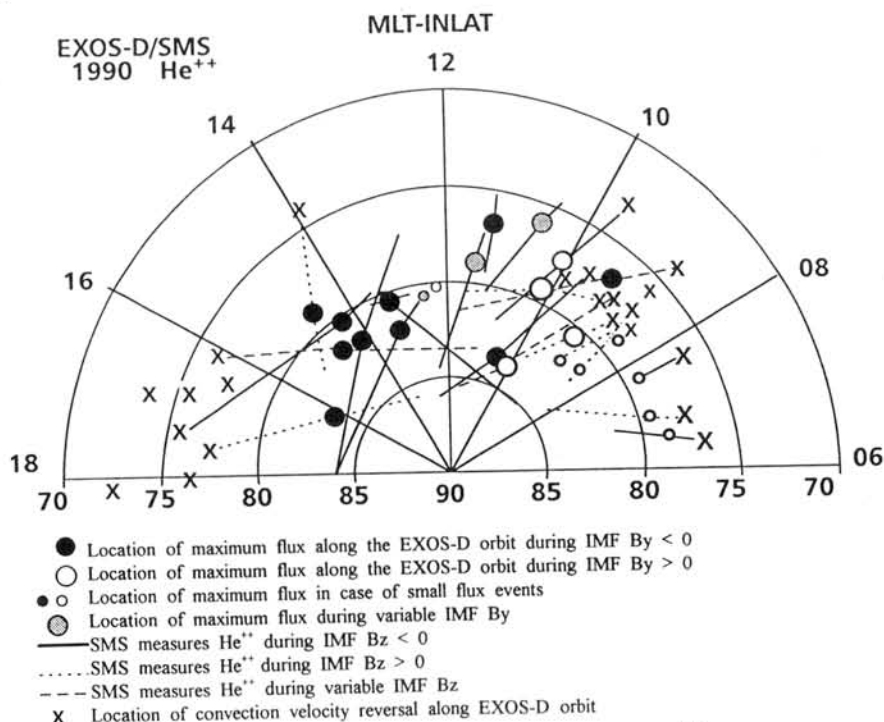
Shigeaki Watanabe, Eiichi Sagawa, Iwao Iwamoto (Communications Research Laboratory)

Brian A. Whalen and Andrew W. Yau (Herzberg Institute of Astrophysics, NRC, Canada)

Toshifumi Mukai, Hajime Hayakawa (Institute of Space and Astronautical Science)

ABSTRACT

Large fluxes of precipitating thermal and suprathermal ($E < 25$ eV) ions at mass per charge $M/Q = 2$ (He^{++}) are sometimes observed by the Suprathermal ion Mass Spectrometer (SMS) onboard the Akebono spacecraft near the polar cusp when the Interplanetary Magnetic Field (IMF) has a large southward component. We present comparisons between IMP-8 IMF and Akebono Low Energy Particle (LEP), Electric Field Detector (EFD) and SMS observations which suggest that the IMF direction controls the degree to which solar-wind alpha particles penetrate the magnetosphere. The thermal/suprathermal He^{++} ion precipitation occurs over a much wider latitudinal region than that of keV ions and that at times it covers a substantial fraction of the polar cap. This is interpreted in terms of time-of-flight dispersion associated with the combined effects of ion convection and the low field-aligned ion velocity. The large fluxes are associated with cusp field lines which are believed to be connected to the reconnection region near the subsolar point of the magnetopause and the region of convection reversal. The location of maximum downward He^{++} flux appears to shift towards the morning side when IMF B_z is negative or moderately positive IMF B_z ($< 2-3\text{nT}$).



The polar (MLT, Invariant latitude: INLAT) plots of thermal/suprathermal He^{++} flux observed by SMS / EXOS-D. Three passes on 2 April 1990 marked A, B and C will be discussed.

The enhancements of directional differential energy flux of energetic ions
associated with a storm :

comparison of observational results by Explorer 45 with particle simulations

Yusuke Ebihara¹, Hiroshi Miyaoka² and Masaki Ejiri²

1. Grad. Univ. Advanced Studies
2. National Institute of Polar Research

We have been developing a computer simulation scheme for the ring current formation associated with the geomagnetic storm/substorm. The primary loss processes of ring current protons are; (1) charge exchange with the geocoronal neutral hydrogen and (2) Coulomb collision with the plasmaspheric thermal electrons. It is essential to trace each particle along its trajectory with time because the drift path basically depends on energy, pitch angle, magnetospheric electric and magnetic fields. The time-development of the particle's trajectory under the time-varying magnetospheric activity is calculated with the particle's losses at each time interval. For this purpose a new time-dependent plasmaspheric density model has been developed.

The simulation results of electron densities in the plasmasphere and their changes in space and time as well gave a fairly good agreement with the measured values by EXOS-B.

In order to compare quantitatively the calculated particle flux with the measured flux which is usually a directional differential energy flux, j in [$1/\text{cm}^2 \text{ s str keV}$], we have derived the conversion factor to the calculated number density N_{ijlm} of ions falling into the field space bin $(\Delta L, \Delta \phi)$ with specific energy $(E_l, E_l + \Delta E_l)$ and pitch angle $(\alpha_m, \alpha_m + \Delta \alpha_m)$ intervals. This relation can be expressed as,

$$j_{ijlm} = \frac{N_{ijlm}}{8\pi Re^3 L^2 \Delta L \Delta \phi (\sqrt{2E_l/m^{3/2}}) F(y_m) y_m \Delta E_l m^2} \quad (1)$$

where Re , L , $F(y_m)$, y_m , m are the Earth's radius, McIlwain's L-value, a function for a bouncing motion, a sine of a pitch angle α_m and a particle's mass, respectively.

The distribution of charged particles injected from the plasmasheet is assumed to be isotropic and Maxwellian. A preliminary calculation has been carried out by simulating #280 to #282 events of the Explorer 45 observations, 13 to 14 February, 1972. The observed energy spectra of directional differential energy flux, j , are shown in Fig. 1-(a), and Fig. 1-(b) illustrates the simulated result of energy spectra for corresponding event. Though the exact comparison is rather hard, the simulation well explains how the energetic particles are penetrating into the inner magnetosphere, and the source is as of particle density $N_s \sim 0.2 \text{ cm}^{-3}$ with average energy $E_0 \sim 4.0 \text{ keV}$, which will be examined by the observational value by the other satellite. It is also our future subject to evaluate quantitatively the variation of particle's directional differential energy flux in space and time, introducing the loss processes, which forms the storm-time ring current in the inner magnetosphere.

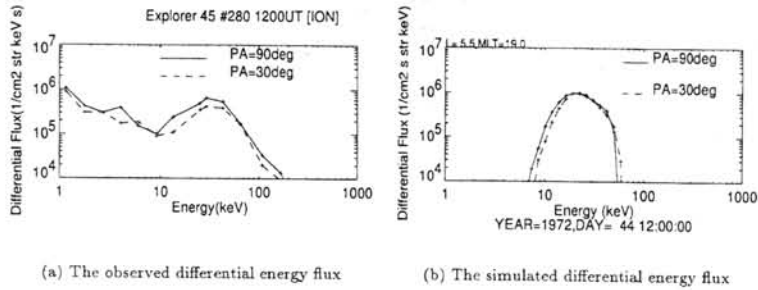


Fig. 1: The energy spectra of ions at $L \sim 5.3$, $MLT=19h$ on February 13, 1972; (a) observed by the Explorer 45 and (b) simulated.

あけぼの衛星で観測された内部プラズマシート領域での大振幅電磁場変動

*長妻 努（通信総研・平磯）、福西 浩（東北大・理）、
早川 基、向井 利典（宇宙科学研究所）

Large Amplitude Electromagnetic Fluctuations in the Inner Plasma Sheet Region Observed by the Akebono Satellite

T. Nagatsuma¹, H. Fukunishi², H. Hayakawa³, T. Mukai³

1. Hiraiso Solar Terrestrial Research Center, CRL

2. Department of Astrophysics and Geophysics, Tohoku University

3. Institute of Space and Astronautical Science

We have studied wave-like, large amplitude electromagnetic fluctuations in the inner plasma sheet region using magnetic field, electric field, and particle data obtained from the Akebono satellite. These events occurred at about the invariant latitude of 65 deg. in the poleward edge of the ion plasma sheet. And field-aligned electrons and ion conics are observed corresponding to these fluctuations. These particle and field signatures are similar to the those of the poleward boundary region. The phase relationship between electric and magnetic field in the inner plasma sheet region shows more complex signature compared to the poleward boundary region, but the value of the impedance indicates higher than that of the static current. These characteristics and rare occurrence of these events suggest that these fluctuations are transient field-aligned currents.

あけぼの衛星高度における周期数十秒程度の比較的振幅の大きな電磁場変動は、プラズマシート境界領域でしばしば観測されている。しかしながら、ごくまれに内部プラズマシート領域で電場の大きさが 100mV/m を越えるような大振幅の電磁場変動が観測されることがある。図 1 に 1990 年 1 月 30 日の例を示す。この時のプラズマシートの高緯度側境界は電子プラズマシートの分布や VDIS の存在から Inv. Lat. 70 度付近であることがわかる。大振幅の電磁場変動現象は Inv. Lat. 64 度付近の内部プラズマシート領域で観測されている。また、この現象は高エネルギーのイオンが連続的に観測される領域の高緯度側境界付近に対応している。この電磁場変動と共に、磁力線方向にフラックスの卓越した suprathermal electron やイオンコンイクスも観測されており、粒子の特徴は極側境界で観測される現象と似ている。また、電場と磁場の位相関係は極側境界領域に比べて複雑であるが、インピーダンスの大きさは Alfvénic な特徴を示している。同様の現象は 1990 年 1 月から 2 月のあけぼの衛星で 7 例ほど観測されている。講演ではこれらの現象とサブストームの関係について議論する予定である。

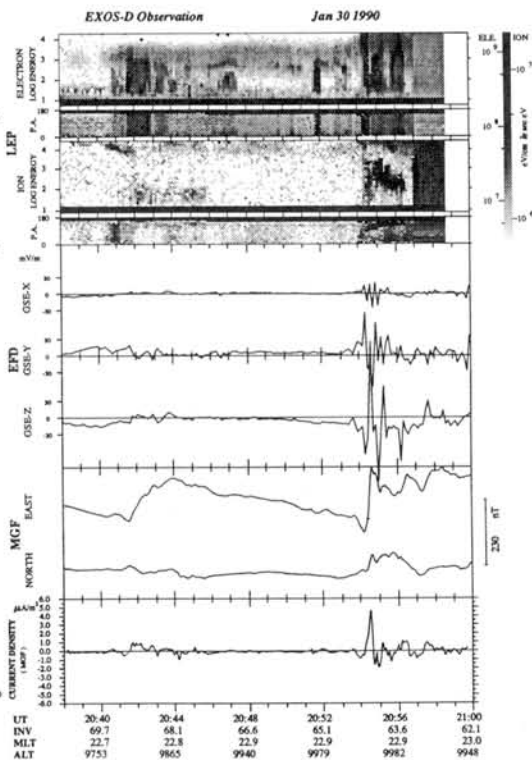


図 1 あけぼの衛星で観測された内部プラズマシート領域での大振幅電磁場変動の例。粒子の観測は 20 時 57 分で終了していることに注意。

Ionospheric Closure of the Substorm Current Wedge System Deduced from the observation with the Visible Auroral Imager Aboard AKEBONO

°Akira Kadokura, Masaki Ejiri (NIPR), and Takasi Oguti

One event showing a localized auroral activity ("eye") was analyzed. The data were obtained with the Visible Auroral TV camera aboard AKEBONO. The "eye" initially located at 71.7 deg corrected magnetic latitude (CMLAT) and 22.3 hr MLT moved westward with a averaged speed of about 0.94 km/s, and both its peak intensity and occupied area gradually increased. Main diffuse oval extended in the eastern side of the "eye" but at appreciably lower latitudes of about 67.2 deg CMLAT at its peak location. From the eastern part of the "eye", weak north-south aligned (N-S) aurora extended to the main oval. Ground magnetometer data showed that a westward electrojet flowed almost along the main oval and turned to northward toward the "eye" along the N-S aurora. It could be clearly considered that the "eye" corresponded to an upward field-aligned current region. These data were obtained near a peak of the expansion phase of a relatively small substorm. The cross-tail current disruption should occur well deep in the tail to form a downward current flowing into the poleward side of the main oval in the morning side, which corresponds to an auroral void region. The eastern part of the "eye" was elongated, and gradually rotated clockwise to direct southward. The induced dawn-to-dusk electric field (E_i) in the substorm expansion phase should be responsible to this clockwise motion. E_i pushed out the hot particles earthward to form the N-S aurora, and such injected particles drifted eastward and precipitated in the ionosphere to form the main diffuse oval.

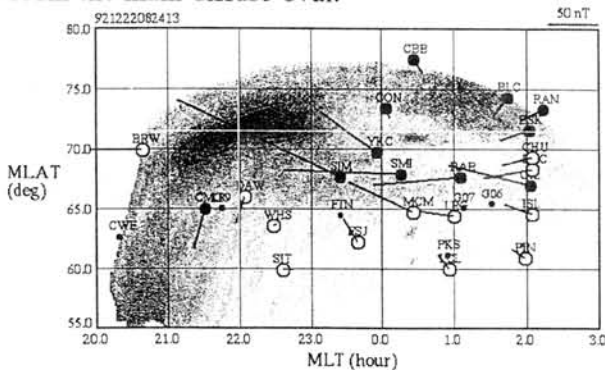


Fig.1 Combined plot of the auroral image data and equivalent current. Black (white) circle shows that the variation of the magnetic Z-component is down- (up-) ward. Equivalent current vectors are plotted by rotating the horizontal magnetic variation vector clockwise by 90 degree.

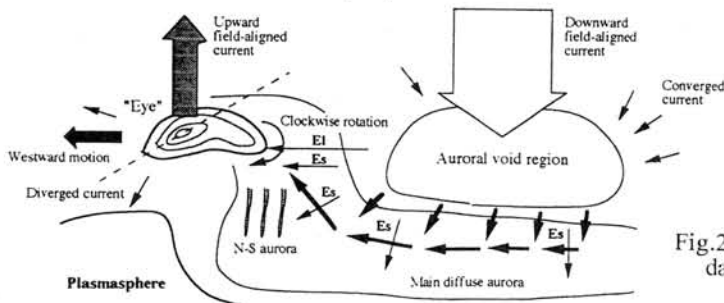


Fig.2 Schematic drawing for the data in Fig.1.

磁気嵐の統計的性質

◦ 横山 信博、上出 洋介 (名古屋大学太陽地球環境研究所)

Statistical nature of magnetic storms

N. Yokoyama and Y. Kamide (STE Laboratory, Nagoya University)

On the basis of geomagnetic activity indices and solar wind parameters, a superposed epoch analysis has been conducted for more than 300 geomagnetic storms. The intensity of magnetic storms is found to depend on the duration of the main phase; larger storms have longer timescales. For intense storms, however, not only the duration of energy injection into the ring current, but also the strength of injection is important.

It is confirmed that the southward component of the interplanetary magnetic field plays a crucial role both in triggering the storm main phase and in determining the magnitude of magnetic storms. It is also found that changes in the energy injection rate during the main phase tend to have two peaks. This is particularly the case for intense magnetic storms, where the second peak is more intense than the first. Implications of our findings are discussed in terms of the existing concept of geomagnetic storms and recent observations of ring current particles.

地磁気活動指数と太陽風パラメーターを用いて、磁気嵐の統計解析を行なった。抽出した磁気嵐は、1983年から1991年の間で305個である。

解析結果として、磁気嵐の時間スケールはその規模に依存することがわかった。下の図は、大規模な磁気嵐ほどその時間スケールが長いことを示している。また、大きな磁気嵐(本研究では $Dst < -100$ nT)については、主相を形成する赤道環電流の増加において、磁気圏尾部からのエネルギー流入が長時間であるだけでなく、その流入率が大きいことも重要であることが示された。

さらに本研究では、磁気嵐主相の形成について、惑星間空間磁場が決定的役割を果たしていることを確認すると同時に、主相の特徴として、特に大磁気嵐に環電流の二段階発達があることを発見した。

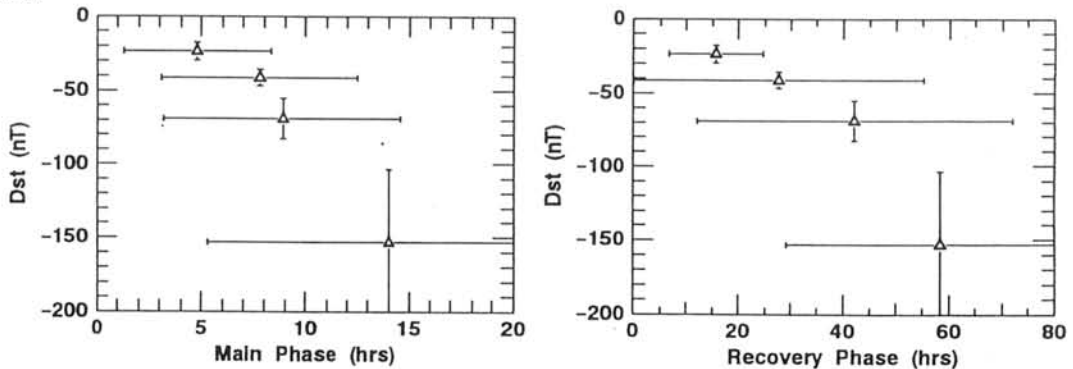


Figure Average duration of the main phase and recovery phase of magnetic storms as functions of the storm intensity.

太陽活動11年周期と南極オゾンとの関係

渡辺 堯 (茨城大理)

11-Year Solar Cycle Dependence of Total Ozone Content over Syowa, Antarctica

Takashi Watanabe

Department of Environmental Sciences Ibaraki University Mito 310

We perform a correlative analysis between the amount of Antarctic ozone and the solar activity level basing on total ozone observations at Syowa. To do this, we remove general decreasing trend of the amount of the total ozone using a regression line, which is determined from the all monthly data in 1967 - 1991. The correlation between the 10.7 cm solar radio flux, which is a measure of the solar activity level, and the total ozone (Dobson unit) in October is shown for the easterly (<0) QBO cases in Fig. 1, and for the westerly (>0) QBO cases in Fig. 2, respectively. A significant positive correlation (the correlation coefficient is about 0.7) between the total ozone and the solar activity in early Antarctic spring, but only in the easterly QBO phase. In other words, the depth of the ozone hole in early spring is shallow in the interval of high solar activity and in the easterly QBO. On the other hand, no significant correlation is found for the westerly QBO, but a negative correlation is suggested. It is suggested that the global circulation of the stratospheric ozone in early Antarctic spring is enhanced in the easterly QBO, when the solar activity is high. Similar Analyses for other stations in Antarctica are in progress.

The author would like to thank S. Kaneto, the Japan Meteorological Agency, for his help in usage of radiosonde and ozone data obtained at Syowa Station.

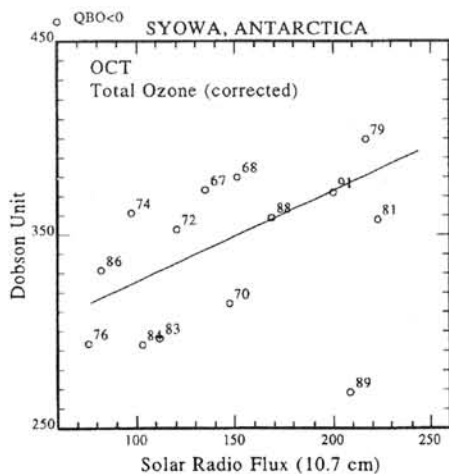


Fig. 1: Corrected total ozone content (Dobson Unit, DU) over Syowa Station, Antarctica, in October plotted against the solar 10.7 cm radio flux, for the easterly (<0) QBO phase.

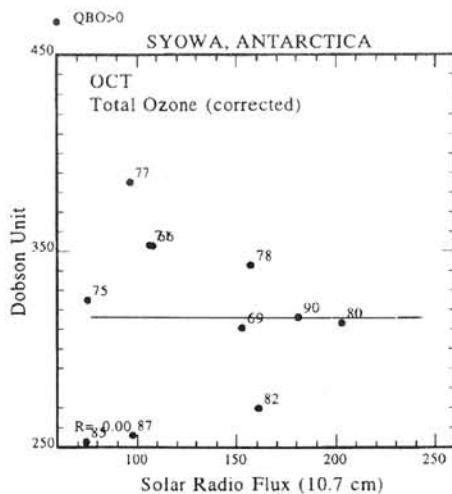


Fig. 2: Same as Fig. 6 but for the westerly (>0) QBO phase.

太陽風パラメータの地磁気活動への効果

恩藤忠典 (宇宙地球環境研究所)

Effects of Solar Wind Parameters on Geomagnetic Activity

T. Ondoh (Space Earth Environment Laboratory)

Recent observations of solar wind by the Wind and Interball show that the solar wind has many small-scale irregularities. So, when we use only one satellite data, we should use average values of solar wind parameters. We analysed effects of solar wind dynamo electric field and solar wind impact pressure on time variation of K_p . The solar wind dynamo electric field and K_p increase simultaneously in association with the solar wind impact pressure in the storm initial period of about ten hours. This suggests that the solar wind dynamo electric field invades along interconnected field lines caused by the dayside merging into the magnetosphere, and that the dayside merging occurs only when newly stronger southward IMF subsequently arrives in the dayside magnetosphere. The dayside merging can no longer occur after an arrival of the maximum southward IMF. The solar wind velocity becomes maximum in the storm last phase when the solar wind impact pressure is low. So, the viscous-like interaction seems to drive the two-cell convection in the magnetosphere through the momentum transfer from the solar wind.

ウインドとインタボールの同時観測は、太陽風が多くの小規模不規則を持つことを示し、太陽風の単一の衛星データでは、平均化した大規模変化しか議論できないことを示している。1974年7月22日~8月2日の太陽風ダイナモ電場 $E = V B_z$ 、太陽風動圧 $P = N m V^2$ と K_p との時間変化を、例えば0~3 UT間の太陽風の平均値を、その毎時値 P_i から求めた $\sum P_i / 4$ ($i = 0 \sim 3$) を用いて解析した。磁気嵐前の7月22日は $V = 380$ km/s 以下、 $B_z = 1 \sim -3$ nT、 $E = 0.1 \sim -1$ mV/m、 $P = 1.8 \sim 2.9 \times 10^{-8}$ dyne/cm²、 $K_p \leq 3$ だった。22日の21~0 UTに B_z が南向きになり、西向き $E = -0.9$ mV/m が起こり、磁気嵐が始まった。23日の3~6 UTまで、 K_p と西向き E 、 P は共に相関して増大し、 $V = 440$ km/s、 $E = -3.2$ mV/m、 $P = 13.4 \times 10^{-8}$ dyne/cm²、 $B_z = -7.3$ nT となり、磁気嵐は $K_p = 6+$ と発達した。22日の21~0 UTから23日の3~6 UTにかけて、Dayside Merging が起こり、強い西向き電場が再結合した磁力線に沿って磁気圏に入り、大磁気嵐を起こしたと思われる。23日の9~12 UTに $V = 550$ km/s、 $B_z = -6.2$ nT、 $E = -3.4$ mV/m、 $P = 6.4 \times 10^{-8}$ と再び増大し、 $K_p = 7$ と磁気活動は極大になった。7月24日の21~0 UTの磁気嵐終相には、太陽風速は $V = 814$ km/s と極大になったが、太陽風密度は既に減少しており、 $P = 3.6 \times 10^{-8}$ と小さく、 E と P の効果は極めて弱く、 $K_p = 4$ は磁気嵐赤道環電流の減衰を反映している。7月27日までは、 P 、 E は共に小さいが、 $V \geq 600$ km/s と高いので、粘性状相互作用による太陽風からの運動量輸送による、磁気圏対流の励起は磁気嵐終相でも起こりうる。

彗星観測から推定される彗星・地球・および太陽磁気圏の構造とダイナミクス
 斎藤尚生（東北大学・OB）・森 洋介（宮城教育大学）
 安江正治（宮城教育大学）・沼澤茂美（日本プラネタリウムラボ）

STRUCTURE AND DYNAMICS OF THE MAGNETOSPHERES OF COMETS, THE EARTH, AND THE SUN AS INFERRED FROM COMET OBSERVATIONS

T.Saito¹, Y.Mori², M.Yasue², and S.Numazawa³

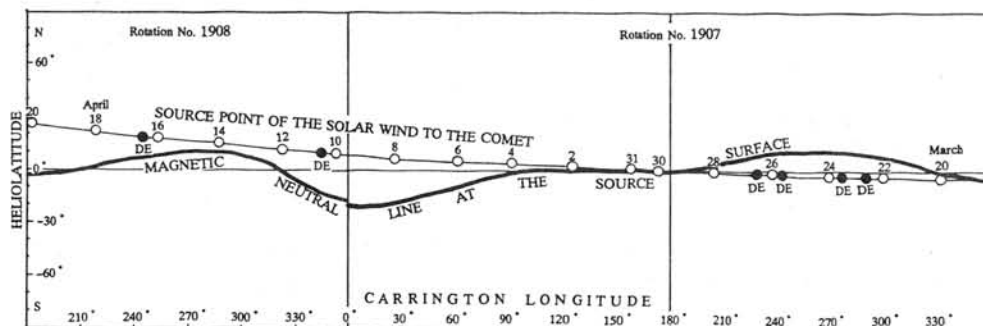
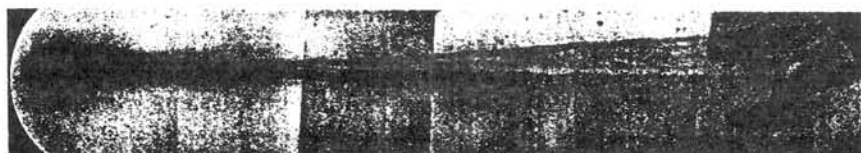
1.Tohoku Univ.OB, 2.Miyagi Univ. of Education, 3.Japan Planetarium Lab.

Comet is a mirror image of the earth's magnetosphere, and is a sensitive automatic windvane, orbiting three-dimensionally around the sun. Hence, continuous observation of comet clarifies simultaneously three kinds of magnetospheres of comet, the earth, and the sun. We delive the following conclusion from comet Hyakutake.

1. Multiple-onset substorm corresponds to multiple cometary DE's suggesting multiple reconnection.
2. Similarly to comet, kink, bending, arcade, DE, are possible to occur in the earth's magnetosphere.
3. A velocity shear in the heliomagnetosphere is worthwhile to consider for the earth's magnetosphere disturbances.

彗星 plasmatail は鏡に映った地球磁気圏であり、太陽周辺を立体的に自ら走査する風力計である。従って彗星 plasmatail を観測すると、彗星・太陽・地球の3種の磁気圏を同時に研究できる。百武彗星の連続観測資料を解析したところ、次のことが明らかになった。

1. 地球磁気圏の multiple-onset auroral substorm は、地球 magnetotail で、multiple plasmoid を伴う multiple reconnection によると考えられる。
2. 地球の magnetotail でも、彗星 tail 同様の kink, bending, arcade, DE などが発生していることが考えられる。
3. 太陽磁気圏の極冠域からの高速太陽風は比較的安定であり、このことは極大期の地磁気擾乱に示唆を与える。



Conjugate Auroral Observation with the Imaging Riometer and All Sky Camera at Poker Flat, Alaska

Y. Murayama¹, M. Ishii¹, H. Mori¹, S. Kainuma¹, K. Igarashi¹,
H. Yamagishi², M. Nishino³,

H. C. Stenbaek-Nielsen⁴, and T. Hallinan⁴

1. CRL 2. NIPR 3. STEL, Nagoya Univ. 4. GI, UAF.

At Poker Flat, Alaska, locating around the auroral zone, 2-dimensional images of CNA (cosmic noise absorption) have been observed with a new imaging riometer by Communications Research Laboratory (CRL), and Geophysical Institute of University of Alaska Fairbanks (GI/UAF) co-operatively since October 1995. Here we use data of CNA and visual auroral display observed with the all sky camera (ASC) both at Poker Flat to compare and contrast their auroral behaviors.

The imaging riometer is equipped with a 16×16 array antenna at 38.2 MHz that is the largest one as a riometer, providing 2-dimensional CNA images of the 400 km x400 km square region at 90 km every second, with a horizontal resolution of 11 km—some tens of km. Because of too much deformed antenna patterns at larger zenith, 48 beams pointing the outlying region of the field of view are not suitable for scientific analyses. The all sky camera (ASC) experiment at Poker Flat was intensively carried out by GI/UAF mainly in winter 1995–1996, and its images at a 1-min interval are open through the computer network. Although each fish-eye image of detected light intensity is panchromatic, the sensitivity is mostly in the green range (despite of probable contamination of red auroral lines), so as an approximation we assume that the ASC data represent the relative luminosity of 557.7 nm green-line aurora.

The comparison of the CNA and ASC data on 20 March 1996 as fish-eye images at a 1-min interval (Figure 1) showed reasonable agreement in terms of temporal evolution and sky coverage of a bright discrete auroral event from timing of the onset to the enhancements of the absorption and visual aurora and then weakening of both quantities probably indicating that the event proceeded to the recovery phase. Detailed comparison of the observed images of absorption and luminosity is to be done to clarify spatial distribution of the incident (precipitating) particle energy hardening/softening.

A new imaging riometer planned to be at Gakona (~200 km south of Poker Flat) by the group of Univ. of Maryland may have a field-of-view overlaid on part of that of the Poker Flat system, which has possibility of significant contribution to the imaging riometer study such as determination of actual absorption heights, and so on.

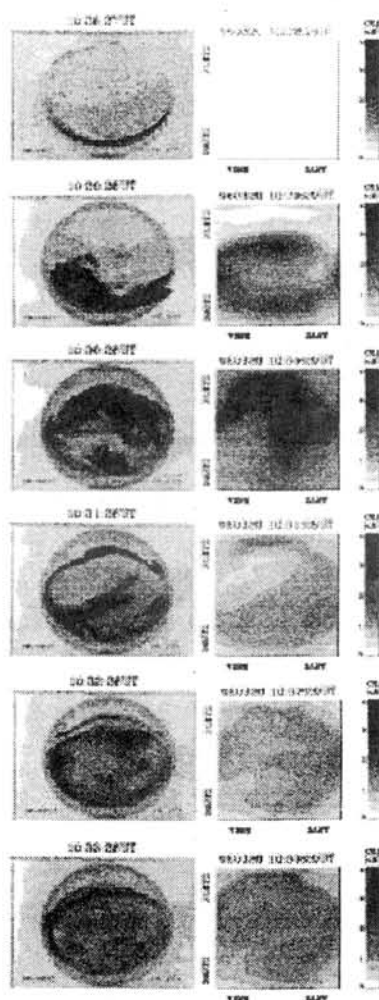


Figure 1 (right): Quasi-fish-eye CNA images of the imaging riometer (right column) and negative fish-eye images of the all sky camera (ASC) (left column), both observed at an interval of 1 min since 10:28:28 UT on 20 March 1996 at Poker Flat. For each image, top is to north and right is to east magnetically. The Poker Flat ASC is operated by Geophysical Institute of University of Alaska Fairbanks.

南北両半球の HF レーダーにより観測された大規模フローバースト

°西谷 望、小川忠彦 (名大 STE 研)

佐藤夏雄、山岸久雄、行松 彰、渡辺正和 (極地研)

Large-scale bursty flow observed in the northern and southern hemispheres

°N. Nishitani and T. Ogawa (STELab, Nagoya University)

N. Sato, H. Yamagishi, A. Sessai Yukimatu, and M. Watanabe (NIPR)

Abstract. A large-scale bursty flow event was observed by the SuperDARN radars in the dayside in the northern and southern hemispheres from 1100UT to 1230 UT on September 5, 1995. This bursty flow was uniform over a magnetic local time extent of 5 hours in the northern hemisphere. In the southern hemisphere, the spatial coverage was not good, but the data show some corresponding signatures to the northern hemisphere.

SuperDARN レーダーを用いた研究のテーマで注目すべきものとして、南北両半球の convection pattern の同時観測がある。今回は、1995 年 9 月 5 日の 1100UT~1230UT に観測された昼間側大規模フローバースト現象の解析結果について発表する。この現象は、IMF が強い南向き($B_z \sim -10$ nT)で、太陽風密度が非常に高い($n \sim 60$ cm⁻³)時に観測されており、昼間側磁気圏境界面が静止軌道付近まで圧縮されていることがわかっている。このとき北半球の昼間側に位置した SuperDARN レーダーでは、MLT で 5 hours という、かなり幅広い領域にわたって一様なフローバーストが、約 30 分の周期性をもって観測されている。このバースト現象は、昼間側 magnetopause の赤道領域付近で起きている大規模のリコネクションを反映したものであるという可能性が強い。(Nishitani et al., SGEPS FALL meeting, 1996)

南半球においては、残念ながら北半球程の広範な領域にわたる観測範囲はカバーできていないが、それでも時間変化を含む二次元情報を詳細に眺めてみると、北半球の現象に対応するフローバーストをとらえることができた(図参照)。今回の観測期間は equinox 時にあたり、しかも 12UT では north magnetic pole が地理地方時で 7 時頃にきているため、南北共役性の緯度的な displacement はほとんどないと期待される。実際、両半球でのバーストは同じ時刻においては、ほぼ同じ緯度において発生しているのが確認された。このことは、フローバーストが磁気圏起源の現象であるということを強く示唆するものである。

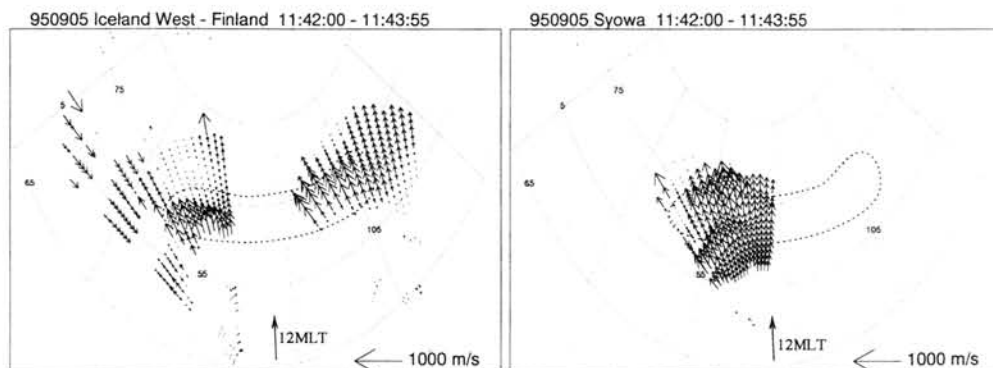


Figure. Line-of-sight Doppler velocities observed by the SuperDARN radars in the northern and southern hemispheres during a large-scale burst event.

共役イメージングリオメータで
観測されたディフューズCNA
ドリフト現象の特性

° 藤田 裕一(1) 山岸 久雄(2) 佐藤 夏雄(2)
(1) 総研大 (2) 極地研

Drifting Diffuse CNA(DDC) event observed by
Syowa-Iceland conjugate imaging riometers

° Y.Fujita(1) H.Yamagishi(2) N.Sato(2)
(1) Grad.Univ.Advanced Studies (2) NIPR

Drifting Diffuse CNA(DDC) event which is hundreds of kilometer in spatial scale and hundreds of meter per second in drifting speed (at 90km altitude) were observed by Syowa-Iceland conjugate-pair imaging riometers.

DDC event seems to be the projection of the magnetospheric convection onto the lower altitude ionosphere because of the similarity of flow pattern.

南極昭和基地とその地磁気共役点であるアイスランドのチョルネスに設置されたイメージングリオメータにより、数100kmの空間的広がりを持つCNA領域が、数100m/s(高度90kmを仮定)で移動する現象が観測された。この現象をここではDrifting Diffuse CNA (DDC) イベントと呼ぶことにする。

この現象は、午前-昼間を中心に年間数10回(1992年の例)以上発生し、全く同じ形・動きではないが両共役点で観測されることが多い。発生頻度の日変化は、9時(MLT)頃に明瞭なピークを持つ。ドリフトの方向は、10時頃を境に朝側で東向き午後側で西向きの成分を持つことが多く、そのパターンの類似性から電離層に投影された磁気圏対流を見ているものと考えられる。

昭和基地について、このDDC現象と可視オーロラ画像を比較したところ、パルセーティングオーロラと同時に見える例が見つかった。ただし、5時MLT以降はオーロラ観測が不可能なため、発生頻度の最も高い昼間側の現象の比較はできなかった。

また、南北両半球で動きが類似している現象の時間差から、共役点位置の変化の推定を試みる。

この現象とIMFやSuperDARNレーダのデータ等を比較することにより、プラズマ対流や磁気圏磁場構造のねじれ等の共役性に関する研究ができるものと考えている。

ディスクリートオーロラの共役性

橋本久美子¹、佐藤夏雄²

¹九州大学理学研究科、²国立極地研究所

Conjugacy of Discrete Aurora

Hashimoto Kumiko and Sato Natsuo

¹*Kyushu Univ.*, ²*NIPR*

Excellent auroral image data were obtained simultaneously at Syowa Station - Husafell conjugate pair observatories on September 11, 1994. The auroras are identified as conjugate auroras because of the similarity of shape and activity in both hemisphere. The conjugate auroras, however, contain some asymmetrical features. That is, the scale size of auroral structures is larger at Syowa Station than at Husafell, and the relative intensity and activity of some discrete auroras are different between Husafell and Syowa Station.

1994年9月7～14日に昭和基地とフッサフェル地磁気共役点においてSITカメラによる可視オーロラの共役点同時観測を行った。この期間のうち、9月11日にはオーロラブレイクアップや特徴的なディスクリートオーロラが両観測点で観測された。これらのオーロラは形状と動く方向が共役観測点で非常によく似ていることから、地磁気共役なオーロラであると同定された。

この9月11日イベントでは、地磁気共役なディスクリートオーロラの画像データを地理座標展開したところ、昭和基地で観測されたオーロラの構造がフッサフェルのオーロラより25～50%大きいことがわかった。これは昭和基地付近の磁場強度がフッサフェルよりも弱いため、IGRFモデルなどの磁場モデルを用いた計算によると隣り合う磁力線間の幅は経度、緯度ともに昭和基地付近ではアイスランドに比べて見かけ上（地理的に）、拡大されるという結果が得られた。そこで特性を確認するために、オーロラ画像をIGRFモデルを用いて磁気座標展開し南北比較を行ったが、なおオーロラ構造のスケールは昭和基地の方が大きいことがわかった。そしてこの構造のスケールの差異は時間と共に変化していることも分かった。また、地磁気緯度で66°より高緯度では緯度が高いほど、また西側ほどオーロラの構造の南北非対称性が大きくなっている傾向にある。

これらの地磁気共役なオーロラとIGRFモデルとのずれは、IGRFモデルでは考慮されていない磁気圏尾部電流や非対称な沿磁力線電流によって、南北半球の地球磁場に非対称なひずみが生じているためであると考えられる。

共役点観測による脈動オーロラ発生機構の手掛かり

佐藤夏雄（極地研）、諸岡倫子（宇宙研）、港屋浩一（電通大）

Conjugacy of Pulsating Aurora

Natsuo Sato(NIPR), Michiko Morooka(ISA),

Hirokazu Minatoya(Univ. of Elec-Comm.)

Conjugate observation is one of a unique and important method to solve the generation mechanism of pulsating auroras. Recent results demonstrated that 1) most of shape and period of pulsating patches show no conjugacy, 2) even if some patches show conjugacy, the on-off phases are out of phase. These results are suggesting that the modulation source of pulsating auroral particles does not locate in the equatorial region in the magnetosphere but it locates inside of each hemisphere where the pulsating auroras are generated asymmetrically in both hemisphere.

脈動オーロラ(Pulsating aurora)はサブストームの回復期に必ず発生するごくありふれた現象であり、今までに多くの観測結果とモデルが提案されている。しかし、その発生機構の本質はいまだ明らかになったとは言えない。

特に脈動オーロラの発生機構を決める上で重要な物理量で今だ明確になっていないものとしては以下の項目を上げる事ができる。

- ・ 脈動周期を決めている物理量（最も本質）は？
- ・ 何が個々のパッチの大きさを決めているのか（Cold plasma パッチか？）
- ・ 何故サブストームの回復期に必ず起きるのか？
- ・ 発生領域は磁気赤道面付近か？
- ・ 何故個々のパッチの周期が独立なのか？

共役点観測により、これらの疑問をどこまで解決したのか、できるのか？
最近の研究（Minatoya et al, 95; 諸岡他, 96）により、以下の重要な観測事実が明らかになった。

- ・ 脈動オーロラ群全体（観測視野内に現われる脈動オーロラ全体）の時間的発達・衰退過程は共役性が良い。
- ・ 南北間で、個々の脈動パッチの形状が 1 対 1 に対応しない場合が殆どである。
- ・ たとえあっても数多いパッチの一部である。
- ・ 個々の脈動パッチの周期が南北間で 1 対 1 に対応しない場合が殆どである。
- ・ ほぼ一致する場合では、南北間で out of phase(逆位相) である。

この結果から、「脈動オーロラは高エネルギー粒子が磁気赤道面で変調を受け、磁力線に沿って南北両半球の電離層に降下した現象である」という南北対称的な単純モデルでは発生していない。脈動オーロラの周期と形状が片半球の時空間で決まる非対称な発生機構が存在している事をこの観測事実が示唆している。

